



Relatório Técnico

**Núcleo de
Computação Eletrônica**

**Testes do IBM 8265
para Piloto RNP2**

**Paulo Aguiar
Cláudia Naumann
João Carlos Peixoto**

NCE - 07/00

Universidade Federal do Rio de Janeiro

TESTES DO IBM 8265 PARA PILOTO RNP2

Paulo Aguiar
Cláudia Naumann
João Carlos Peixoto

Laboratório LAND
NCE/UFRJ

Resumo: Neste relatório são apresentados os resultados de testes do comutador ATM IBM 8265 realizados no LAND durante o período de janeiro/2000 a abril/2000 como parte do trabalho de implantação do projeto piloto da RNP2.

Palavras-chave: medição, ATM, shaping, IBM 8265



TESTES DO IBM 8265 PARA PILOTO RNP2

**Laboratório LAND
NCE/UFRJ**

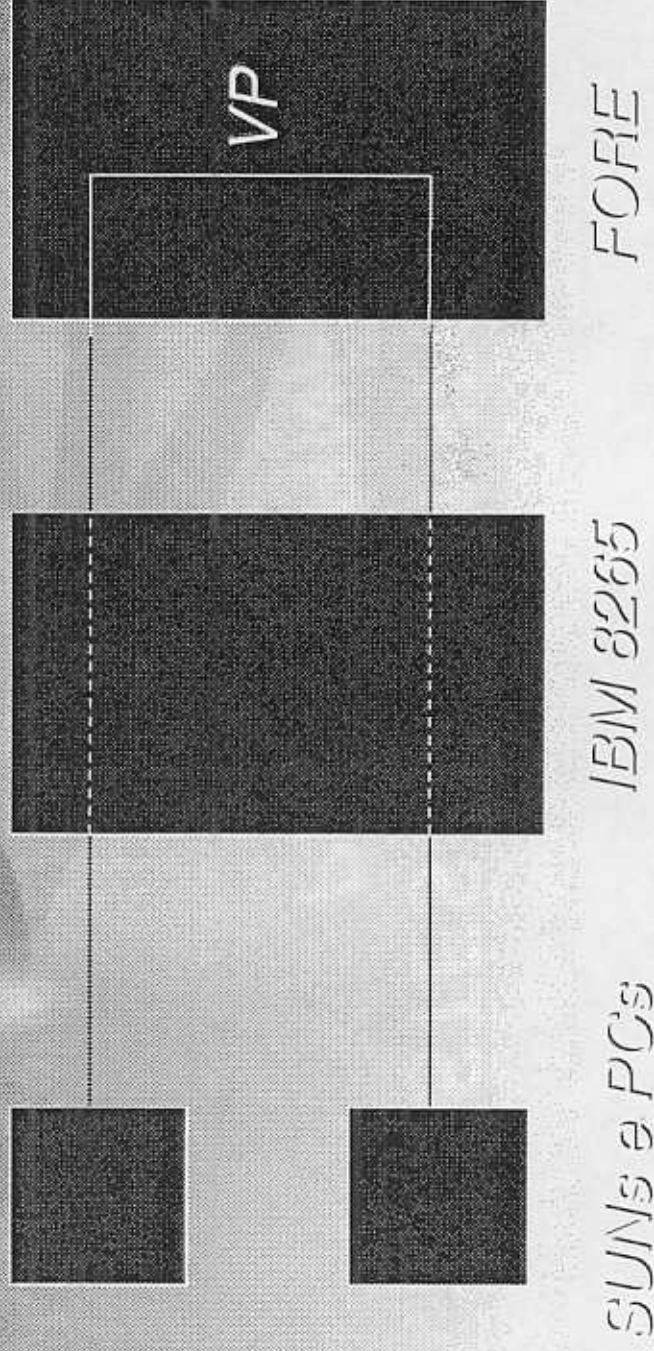
Coordenador: Paulo Aguiar

Equipe: Cláudia Naumann, João Carlos Peixoto

Abril 2000



Topologia



Conexões OC-3 nas Suns, PCs c/placa FORE e entre Fore e IBM

Conexões 25 Mbps para PC c/placa IBM

Linux c/placa IBM 25 Mbps

- Não faz shaping em Linux com a API do Almeida
- A API funciona perfeitamente com Linux + plac

Ferramenta Almadem

- Versão 1.2.1 é a mais atual
 - Bug para Linux eliminado
 - Gerava uma célula a mais devido a divisão inteira
 - Incorporada estatística do ponto de vista da recepção
 - Otimização para reduzir consumo de CPU e memória
 - Incorporado gerador de tráfego para PVC ATM
- Distribuição em <http://www.land.ufrj.br>

IBM 8265

■ Verificado

- 20 microssegundos de tempo de comutação entre portas OC-3
- VP somente com sinalização habilitada, limitando tráfego reservado a 85% da banda
- Shaping e policing OK em VP e VC no módulo fibra OC-3
 - Buffer de shaping da ordem de 500 células observado
- Módulo WAN 8260 só faz shaping na porta
 - Buffer de shaping da ordem de 6000 células observado

■ Pendente

- Não foi possível configurar ABR
 - Além disso Solaris+Fore SBA_200E e Linux + Fore PCA-200E não suportam ABR na última versão de driver
- Não foi possível verificar descarte em VCs individuais, o que pode ser um problema para o futuro
- P-NNI entre Fore e IBM OK, embora Fore tenha parâmetros adicionais que afetam configuração de domínio e precisam ser mais explorados

M	OFF	OFF	ON/OFF	ON ??	ON	UBR

Núcleo de Computação Eletrônica / UFRJ

Testes de policing e shaping

Name	Test	Policying Port 1/2	Policying Port 1/3	VPC Link Shaping	VPC Link Policing	VP Fore Policing	QOS	Description
A		OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	UBR	Descal M rte no
B		OFF	OFF	OFF	OFF	ON	UBR	Descal M IBrte no
C		OFF	OFF	ON	OFF	ON	UBR	Descal M OM
D		OFF	OFF	ON	OFF	ON	UBR	Descal M K
E		ON	ON	ON	OFF	OFF	UBR	Descal M FOREarte
F		ON	OFF	ON	OFF	OFF	UBR	Descal M FORrte no
G		ON	OFF	ON	ON	OFF	UBR	Descal M M
H		OFF	OFF	ON	ON	ON	UBR	Descal M K
I		ON	ON	ON	ON	ON	UBR	Descal M rte no (2B3)
J		ON	ON	OFF	ON	ON	UBR	Descal M rte no E (?)
K		OFF	OFF	ON	ON	OFF	UBR	Descal M rte no
L		OFF	OFF	ON/OFF	OFF	ON	UBR	Descal M rte no



Recomendação

- Na implantação do backbone RNP2, todos os tráfegos entrantes deverão sofrer preferencialmente shaping nas saídas dos próprios roteadores, já que não se consegue fazer shaping individualmente em VP na porta WAN
- O shaping no roteador evita também a chegada de rajadas de células em alta velocidade ao comutador



Questões e sugestões

- Verificar shaping no 2216 e Cisco
- Não conseguimos alterar configuração de buffers para testar política de descarte
 - Alternativa via SNMP, gerência?
- Gerência: em aberto.
- Teste de ATMPING c/ ABR entre dois IBM 8265
- Teste de ABR via sinalização com roteador Cisco
- Testar alternativa de fazer shaping em porta OC-3 antes de repassar para a placa WAN. Vai funcionar, mas exige duas portas extras e conexão externa entre elas.
 - Buffers de portas OC-3 da ordem de 500 células, contra 6300 células na porta WAN (limite inferior, já que nas medidas EPD estava ligado, fazendo com que o tráfego descartado tivesse ocupação temporária nos buffers, o que não é medido)

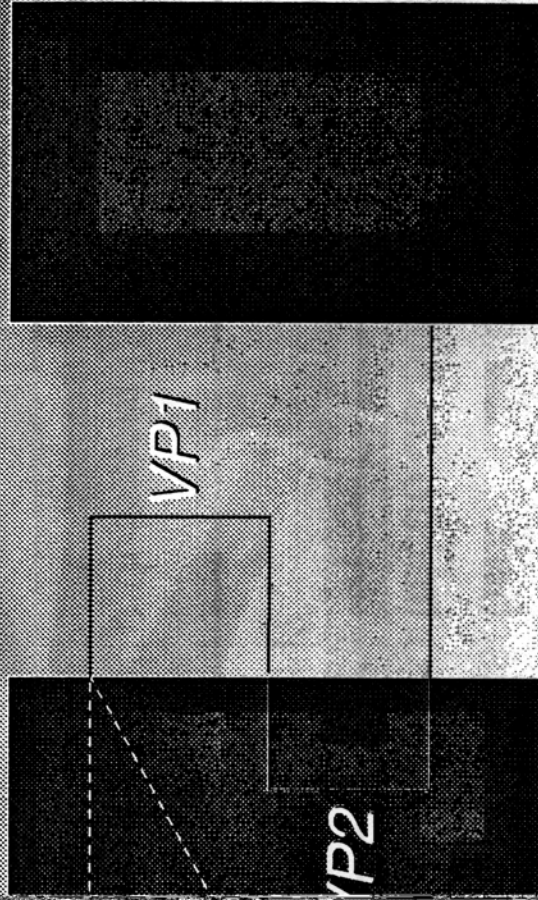
Shaping

S/ shaping

Shaping habilitado no VP2 sem shaping

leo de Con

Alternativa para



M 3265

EBT

TESTES DO IBM 8265 PARA PILOTO RNP2

Retrospecto de Atualizações e Configurações
do IBM 8265

Laboratório LAND NCE/UFRJ
Data: 25/04/2000

Coordenação: Paulo Aguiar
Equipe: Cláudia Naumann, João Carlos Peixoto

Configuração do Switch IBM 8265

Data: 23/11/99

Neste relatório estão contidas informações referentes à configuração dos módulos que compõem o Switch 8265 da IBM. Cada um dos módulos já vem carregado com um firmware, chamado de Feature Code (FC). A configuração consiste em recarregar os módulos com uma versão mais nova de FC e microcódigo, caso elas existam. Módulos como o CPSW possuem além do FC, os microcódigos operacional e de boot..

No site da IBM www.networking.ibm.com/support/code.nsf/8265code?Openview podemos obter os arquivos com as versões atuais dos códigos. O processo de atualização é feito geralmente usando-se um servidor tftp (chamada de operação "inband").

Os módulos que temos disponíveis no Switch com seus respectivos códigos (previamente carregados) são:

Nº Slot	Descrição do Módulo	Versão do FC
1	8265 ATM 4 ports 155 Mbps	3D04 (FPGA)
5	8260 ATM WAN Module with OC3 port	C32 (FPGA)
7*	ATM 25 Mbps 12 port RJ45 Conc. Module	C30 (FPGA)
9	8265 ATM Control Point and Switch Architecture (CPSW)	1D13(FPGA)
		3.03.3 (boot)
		3.03.3 (oper.)
18	Active Controller Module	1.14 (oper.)
		1.03 (boot)

Obs.: O módulo instalado no slot 7 está com um problema de hardware (o módulo veio defeituoso), e portanto, não está sendo reconhecido pelo switch. A sua troca está sendo providenciada, e deve ser feita dentro dos próximos 10 dias.

Ao acessarmos o site acima pudemos constatar que teríamos que atualizar o código dos módulos localizados nos slots 1 e 9. Tivemos problemas ao atualizar o microcódigo operacional do CPSW. A transferência de código entre o servidor tftp e o módulo sempre era interrompida depois do quinto pacote transmitido. A solução encontrada foi fazer a transferência usando operação "out-of-band", através da conexão de um computador (que contenha os microcódigos) ao módulo em questão através de uma linha serial.

Após terem sido feitas as atualizações necessárias, temos:

Nº Slot	Descrição do Módulo	Versão do FC
1	8265 ATM 4 ports 155 Mbps	3D05 (FPGA)
5	8260 ATM WAN Module with OC3 port	C32 (FPGA)
7*	ATM 25 Mbps 12 port RJ45 Conc. Module	C30 (FPGA)
9	8265 ATM Control Point and Switch Architecture (CPSW)	1D13(FPGA)
		4.1.3 (boot)
		4.1.3 (oper.)
18	Active Controller Module	1.14 (oper.)
		1.03 (boot)

Data: 05/12/99

O módulo instalado no slot 7 que estava com problemas de hardware foi trocado por um módulo cedido temporariamente pela RNP. Foi constatado que a versão do FC é C30, e portanto, não necessita de atualização. Esse módulo ficará disponível até que seja providenciada a substituição por parte da IBM.

Data: 08/04/00

O módulo instalado no slot 5 começou a apresentar problemas de hardware e foi substituído temporariamente por um módulo cedido pela RNP. O pedido para a sua substituição já foi feito à IBM, que está tomando as devidas providências.

TESTES DO IBM 8265 PARA PILOTO RNP2

Testes 2-1

Placa OC-3 nativa

pag. 4

pag. 13

pag. 16

Resultados OC-3 detalhados

Placa WAN

Resultados WAN detalhados

Laboratório LAND NCE/UFRJ

Data: 26/04/2000

Coordenação: Paulo Aguiar

Equipe: Cláudia Naumann, João Carlos Peixoto

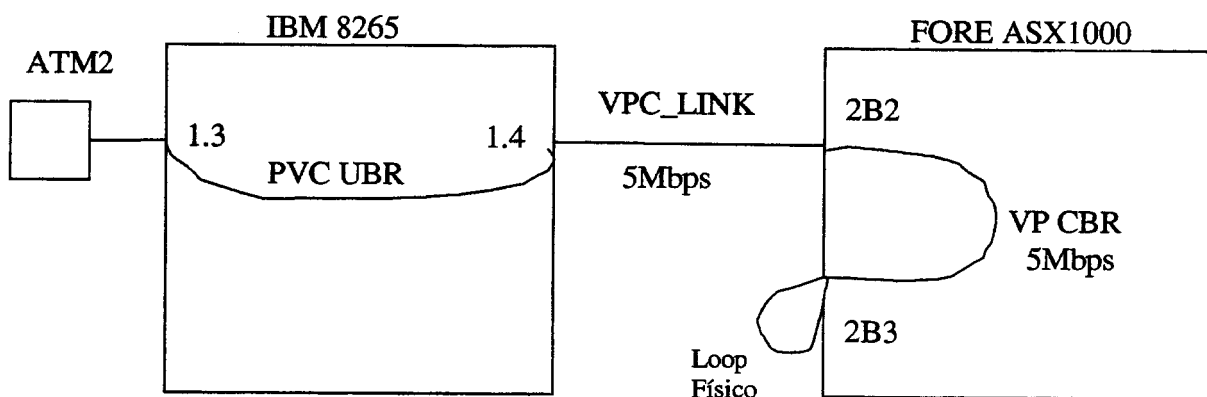
TESTE 2.1 – Teste de Estresse do VP com Monitoramento de Descarte (28/03/00)

Objetivo: Teste de VC UBR estressando a capacidade do VP.

Utilizando a placa OC-3 nativa

Topologia adotada: (ver figura abaixo). Para os testes de estresse do VP utilizamos uma estação Solaris (ATM2), um switch IBM 8265 e um switch FORE ASX1000. Todos os equipamentos estão conectados através de fibra multimodo. Foi criado um PVC UBR entre as portas 1.3 e 1.4 do switch IBM. Um VPC_link de 5Mbps foi estabelecido entre os dois switches, e um VP CBR de 5 Mbps foi estabelecido entre as portas 2B2 e 2B3 do switch FORE.

Metodologia: Executar , para cada par (E,PCR) abaixo, 3 sessões do programa monitor_pvc2 na estação ATM2. Colocado um loop físico na porta 2B3 do switch FORE. Tamanho do pacote (L) = 704 bytes e Duração do teste (D) = 60 segundos.



Monitor_pvc2		RESUMO DAS MEDIÇÕES			
E (μs)	PCR (kbps)	V (μs)	Perda (%)	T (atraso médio das PDU em ms)	RX_ME (taxa efetiva de recepção em kbps)
6360	1000	6370	0	1,55	997
3180	2000	3190	0	1,55	1993
1413	4500	1428	0	1,65	4452
1270	5000	1285	0	3,49	4954
1211	5250	1290	0	4,17	4940
1000	6360	1317	20	44,56	4966
636	10000	1245	48	44,70	4968

Conclusões do teste 2.1 para placa OC-3 nativa

O tráfego UBR consegue excursionar até o valor máximo da banda alocada ao VP (5 Mbps), sem perdas. Quando a taxa efetiva gerada é superior a 5 Mbps, perdas ocorrem e o atraso T das PDUs elevado mostra que houve armazenamento devido ao shaping. Como a taxa efetiva de recepção máxima nunca ultrapassa 5 Mbps, podemos concluir que o shaping no VP está sendo realizado de modo correto, mesmo porque detectamos descarte ZERO no FORE.

O atraso mínimo ida e volta medido é da ordem de 1,55 ms. A placa OC-3 nativa aceita a banda de 5 Mbps no VP e shaping com o mesmo valor.

Se analisarmos as duas últimas linhas quando foram observadas perdas na transmissão, o limite inferior da ocupação média em células do buffer de shaping pode ser calculado (resultado de Little vindo da teoria de processos estocásticos, que afirma que o número médio em um sistema é igual à taxa média vezes o tempo médio de permanência no sistema) multiplicando o atraso ($T - 1,55$) por Rx_me , taxa efetiva de recepção em kbps, e dividindo o resultado por 424 (número de bits por célula). Este cálculo nos fornece os valores de 504 e 493 células armazenadas. Este valor é um limite inferior porque o comutador trabalha com EPD e células podem ficar no buffer e serem descartadas posteriormente por este controle. Como a taxa efetiva de recepção só leva em consideração as PDUs recebidas integralmente, evidentemente a ocupação média do buffer deve ser algo maior que o indicado por este cálculo.

Para confirmar esta ocupação média, geramos um tráfego UBR de 13.144 kbps ($E=1150$, $L=1472$) e obtivemos as seguintes estatísticas: $V=2642$, $T=46,07$, $P=60\%$ e $RX_ME=4968$. O cálculo da ocupação média nos fornece 521 células. O acréscimo no valor de V se deve ao fator do tempo de transmissão de uma PDU com $L=1472$ bytes, implicando em 31 células, levar cerca de 2,628 ms a uma taxa de 5 Mbps. Este valor é maior que o E especificado. Neste exemplo específico, o programa monitor na estação foi chamado com PCR de 20000 Kbps, para garantir que estivéssemos gerando a taxa determinada pelos parâmetros L e E .

Numa situação ainda mais extrema, geramos um tráfego UBR de 20.000 kbps ($E=657$, $L=1472$), disparando na estação com PCR=50.000 kbps. Obtivemos as seguintes estatísticas: $V=2641$, $T=46,22$ e $RX_ME=4968$. O cálculo da ocupação média nos fornece 523 células.

O número de buffers especificado pelo manual para a placa OC-3 é de 8000 (agregado para as 4 portas, possivelmente, contando entrada e saída, o que daria 1000 células por porta e sentido de transmissão). Nossa conclusão é que o número de células usadas no controle de shaping para o tráfego UBR na porta OC-3 é superior a 500.

Não temos como verificar, no momento, o uso de um número próximo de 1000. Tentaremos pelas informações de gerência e da MIB obter informações mais precisas da ocupação de buffer e tentar alterar esta alocação por VC e/ou VP.

Condições do teste 2.1 para placa OC-3 nativa

Comandos de configuração no switch IBM

```
8265ATM> set port 1.3 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.3 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.03: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active
Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set port 1.4 enable void connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.4 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.04: VOID enabled UP

No ILMI
Police admin. : off
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber

Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active
Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

8265ATM>set pvc 1.3 100 this_hub_port:1.4 channel_point_to_point 0.50 10.50 best_effort
8265ATM> show pvc all verbose

PVC:Port 1.03 (id=100,Primary,BE) PTP-PVC VP/VC=0/50
-> Party:(id=0) VP/VC=10/50 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.04.00(port 1.04)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 15:07:42 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 1.04 (id=10001,Secondary,BE) PTP-PVC VP/VC=10/50
-> Party:(id=0) VP/VC=0/50 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.03.00(port 1.03)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 15:07:42 5 Apr 2000 (0 failures)

8265ATM>set vpc_link 1.4 10 enable pnni bandwidth:5000 shaping:on
tunneled_service_category:cbr_vbr_and_ubr
8265ATM> show vpc_link all verbose

VPI :Type Mode Status

1.04 10:PNNI enable UP
ILMI status : UP
ILMI vci : 10.16
VPC Bandwidth : 5000 kbps
RB Bandwidth : unlimited
Police admin. : off
Police oper. : off
Signalling vci : 10.5
Routing vci : 10.18
Aggregation token : 0
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPCI : 10Shaping : On
Tunnelled Service Cat: CBR/VBR UBR
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)

Comandos de configuração do switch FORE

Conf port> policing 2B2 enable
Conf port> policing 2B3 enable } habilita o policiamento nas portas do FORE

Almadem_UFRJ_fabric2::> conf port show

Port	Carrier	Admin	Mbps	ATM-Rate	CDVT	Policing	VBROB	BuffOB	AIS/RDI	Model
2B1	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2B2	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2B3	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2B4	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2C1	yes	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C2	yes	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C3	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C4	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C5	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C6	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2E1	yes	up	2560.0	2560.000	100	disabled	N/A	N/A	disabled	ASX-BP
2E3	no	up	2560.0	2560.000	100	disabled	N/A	N/A	disabled	ASX-BP
2E4	no	up	2560.0	2560.000	100	disabled	N/A	N/A	disabled	ASX-BP
2CTL	yes	up	80.0	79.996	5000	enabled	N/A	N/A	disabled	ASX-CTL

Note: ATM/OAM processing is disabled

Almadem_UFRJ_fabric2::> conf upc new 110 cbr 11792 => cria um contrato CBR de 5Mbps
Almadem_UFRJ_fabric2::> conf upc show 110

Index	PCR01	SCR01	MBS01	PCR0	SCR0	MBS0	MCR	CDVT	UBRBW	TAG	Name
110	11792						cbr				

Almadem_UFRJ_fabric2::> conf vpc new 2B2 10 2B3 10 -upc 110
Almadem_UFRJ_fabric2::> conf vpc new 2B3 10 2B2 10 -upc 110

Almadem_UFRJ_fabric2::> conf vpc show

Input		Output				
Port	VPI	Port	VPI	UPC	Prot	Name
2B2	10	2B3	10	110	pvc	N/A
2B3	10	2B2	10	110	pvc	N/A

Comandos de coleta de estatística no switch IBM

set device accounting enable => reseta os contadores de células por porta

show statistics 1.all => mostra quantidade de células por porta

a) **Resultados dos testes** (intervalo de confiança de 90 %)

Teste 1) monitor_pvc2 50 0 704 6360 60 fibra100xfd.log

	Execução 1 fibra1001fd.log	Execução 2 fibra1002fd.log	Execução 3 fibra1003fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	9425	9401	9413
Número PDU's recebidas	9425	9401	9413
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	53.082	52.946	53.014
Duração total transm. (A)	60.000	59.987	59.989
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1.544 ± 0.002	1.561 ± 0.006	1.554 ± 0.003
Número de amostras	9425	9401	9413
Atraso médio entre PDU's (V)	6.366512 ± 0.003379	6.381331 ± 0.010772	6.373516 ± 0.008490
Número de amostras	9424	9400	9412
Int. geração PDU's (E)	6360	6360	6360
Intervalo efet. entre gerações (E)	6.366546 ± 0.002453	6.381382 ± 0.009163	6.373556 ± 0.006476
Número de amostras	9424	9400	9412
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	998.972	996.649	997.873
Teórica (tx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	884.624	882.567	883.651
Teórica (tx_at)	885.535	885.535	885.535
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	998.977	996.657	997.879
Teórica (rx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	884.629	882.575	883.657
Teórica (rx_at)	885.535	885.535	885.535

Teste 2) monitor_pvc2 50 0 704 3180 60 fibra200xfd.log

	Execução 1 fibra2001fd.log	Execução 2 fibra2002fd.log	Execução 3 fibra2003fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	18755	18823	18828
Número PDU's recebidas	18755	18823	18828
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	105.628	106.011	106.039
Duração total transm. (A)	59.993	59.990	59.990
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1.558 ± 0.004	1.550 ± 0.003	1.550 ± 0.003
Número de amostras	18755	18823	18828
Atraso médio entre PDU's (V)	3.198820 ± 0.007535	3.187101 ± 0.002962	3.186300 ± 0.003215
Número de amostras	18754	18822	18827
Int. geração PDU's (E)	3180	3180	3180
Intervalo efet. entre gerações (E)	3.198819 ± 0.006767	3.187118 ± 0.002705	3.186318 ± 0.002396
Número de amostras	18754	18822	18827
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	1988.234	1995.533	1996.034
Teórica (tx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	1760.650	1767.1114	1767.557
Teórica (tx_at)	1771.069	1771.069	1771.069
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	1988.233	1995.544	1996.046
Teórica (rx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	1760.649	1767.123	1767.567
Teórica (rx_at)	1771.069	1771.069	1771.069

Teste 3) monitor_pvc2 50 0 704 1413 60 fibra450xfd.log

	Execução 1 fibra4501fd.log	Execução 2 fibra4502fd.log	Execução 3 fibra4503fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	42070	42010	41895
Número PDU's recebidas	42070	42010	41895
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	236.938	236.600	235.953
Duração total transm. (A)	59.993	59.993	59.991
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1.644 ± 0.014	1.674 ± 0.019	1.620 ± 0.010
Número de amostras	42070	42010	41895
Atraso médio entre PDU's (V)	1.426009 ± 0.003221	1.428048 ± 0.004031	1.431934 ± 0.002725
Número de amostras	42069	42009	41894
Int. geração PDU's (E)	1413	1413	1413
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.425998 ± 0.000717	1.428027 ± 0.000706	1.431943 ± 0.000544
Número de amostras	42069	42009	41894
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	4460.035	4453.696	4441.519
Teórica (tx_mt)	4501.062	4501.062	4501.062
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	3949.516	3943.902	3933.118
Teórica (tx_at)	3985.846	3985.846	3985.846
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4459.999	4453.633	4441.545
Teórica (rx_mt)	4501.062	4501.062	4501.062
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	3949.483	3943.846	3933.142
Teórica (rx_at)	3985.846	3985.846	3985.846

Teste 4) monitor_pvc2 50 0 704 1270 60 fibra500xfd.log

	Execução 1 Fibra5001fd.log	Execução 2 fibra5002fd.log	Execução 3 fibra5003fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	46848	46847	46499
Número PDU's recebidas	46848	46847	46499
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	263.848	263.842	261.882
Duração total transm. (A)	59.994	59.997	59.993
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	3.191 ± 0.007	4.156 ± 0.012	3.123 ± 0.026
Número de amostras	46848	46847	46499
Atraso médio entre PDU's (V)	1.280589 ± 0.000660	1.280690 ± 0.002214	1.290179 ± 0.006448
Número de amostras	46847	46846	46498
Int. geração PDU's (E)	1270	1270	1270
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.280548 ± 0.000636	1.280595 ± 0.000604	1.290157 ± 0.004916
Número de amostras	46847	46846	46498
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	4966.625	4966.441	4929.632
Teórica (tx_mt)	5007.874	5007.874	5007.874
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	4398.119	4397.956	4365.359
Teórica (tx_at)	4434.646	4434.646	4434.646
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4966.464	4966.075	4929.550
Teórica (rx_mt)	5007.874	5007.874	5007.874
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	4397.976	4397.631	4365.827
Teórica (rx_at)	4434.646	4434.646	4434.646

Teste 5) monitor_pvc2 50 0 704 1211 60 fibra525xfd.log

	Execução 1 Fibra5251fd.log	Execução 2 fibra5252fd.log	Execução 3 fibra5253fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	46454	46627	46430
Número PDU's recebidas	46454	46627	46430
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	261.629	262.603	261.494
Duração total transm. (A)	59.993	59.997	59.997
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	4.031 ± 0.058	4.548 ± 0.021	3.927 ± 0.017
Número de amostras	46454	46627	46430
Atraso médio entre PDU's (V)	1.291427 ± 0.008829	1.286721 ± 0.003728	1.292192 ± 0.005616
Número de amostras	46453	46626	46429
Int. geração PDU's (E)	1211	1211	1211
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.291429 ± 0.005408	1.286628 ± 0.004843	1.292098 ± 0.005454
Número de amostras	46453	46626	46429
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	4924.776	4943.155	4922.227
Teórica (tx_mt)	5251.858	5251.858	5251.858
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	4361.059	4377.335	4358.803
Teórica (tx_at)	4650.702	4650.702	4650.702
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4942.795	4942.795	4921.869
Teórica (rx_mt)	5251.858	5251.858	5251.858
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	4361.068	4377.016	4358.485
Teórica (rx_at)	4650.702	4650.702	4650.702

Teste 6) monitor_pvc2 50 0 704 1000 60 fibra636xfd.log

	Execução 1 fibra6361fd.log	Execução 2 fibra6362fd.log	Execução 3 fibra6363fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	58509	58434	52206
Número PDU's recebidas	46884	46890	43639
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	264.051	264.084	245.775
Duração total transm. (A)	60.035	60.035	60.037
Perda total (P)	19.86874%	19.75562%	16.40999%
Atraso médio por PDU (T)	44.576 ± 0.013	44.549 ± 0.016	38.555 ± 0.111
Número de amostras	46884	46890	43639
Atraso médio entre PDU's (V)	1.279497 ± 0.001306	1.278804 ± 0.002584	1.392558 ± 0.002584
Número de amostras	35266	35349	35078
Int. geração PDU's (E)	1000	1000	1000
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.040814 ± 0.001397	1.042062 ± 0.002181	1.211109 ± 0.028897
Número de amostras	35266	35349	35078
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	6202.846	6194.875	5534.711
Teórica (tx_mt)	6360.0	6360.0	6360.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	5492.834	5485.776	4901.178
Teórica (tx_at)	5632.0	5632.0	5632.0
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4966.887	4967.513	4622.927
Teórica (rx_mt)	6360.0	6360.0	6360.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	4398.350	4398.904	4093.762
Teórica (rx_at)	5632.0	5632.0	5632.0

TESTE 2.1 – Teste de Estresse do VP com Monitoramento de Descarte (28/03/00)

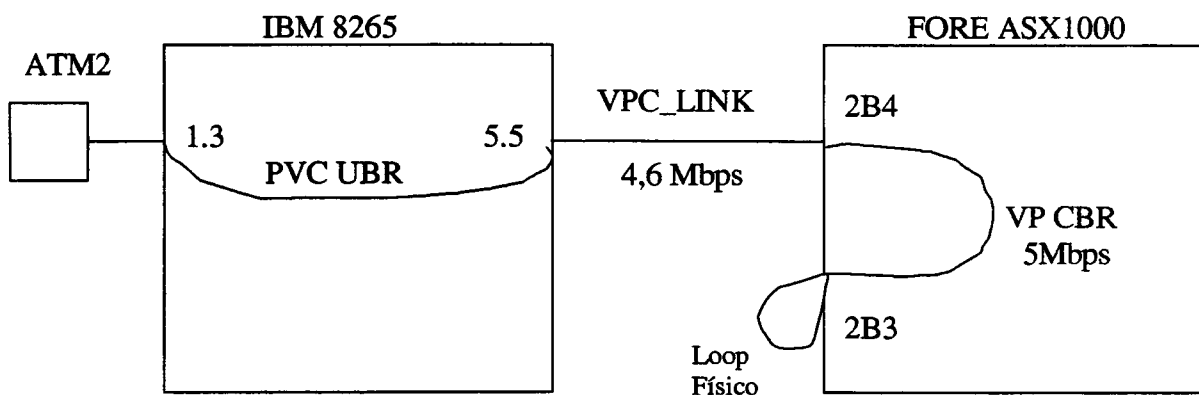
Objetivo: Teste de VC UBR estressando a capacidade do VP.

Utilizando a placa WAN

Topologia adotada: (ver figura abaixo) Para os testes de “stress” do VP utilizamos 1 estação Solaris (ATM2), um switch IBM 8265 e um switch FORE ASX1000. Foi criado um PVC UBR entre as portas 1.3 e 5.5 do switch IBM. Um VPC_link de 5 MBps com shaping de 4,6 Mbps foi estabelecido entre os dois switches através de fibra monomodo, e um VP CBR de 5 Mbps foi estabelecido entre as portas 2B4 (monomodo) e 2B3 do switch FORE.

Foi verificado que a placa WAN trabalha com valores discretos de shaping para VP, com granularidade em torno de 512 Kbps. A tentativa de estabelecer um shaping de 5 Mbps no VP criado com 5 MBps efetivamente provoca o estabelecimento do shaping no valor de 4.608 kbps.

Metodologia: Executar , para cada par (E,PCR) abaixo, 3 sessões do programa monitor_pvc2 na estação ATM2. Colocado um loop físico na porta 2B3 do switch FORE. Tamanho do pacote (L) = 704 bytes e Duração do teste (D) = 60 segundos.



TEÓRICO		RESUMO DAS MEDIÇÕES			
E (μs)	PCR (kbps)	V (μs)	Perda (%)	T (atraso médio das PDU em ms)	RX_ME (taxa efetiva de recepção em kbps)
6360	1000	6363	0	1,82	999
3180	2000	3184	0	1,82	1997
1413	4500	1416	0	1,83	4490
1270	5000	1382	5,6	546	4606
1211	5250	1382	10,3	564	4606
1000	6360	1382	26	579	4606

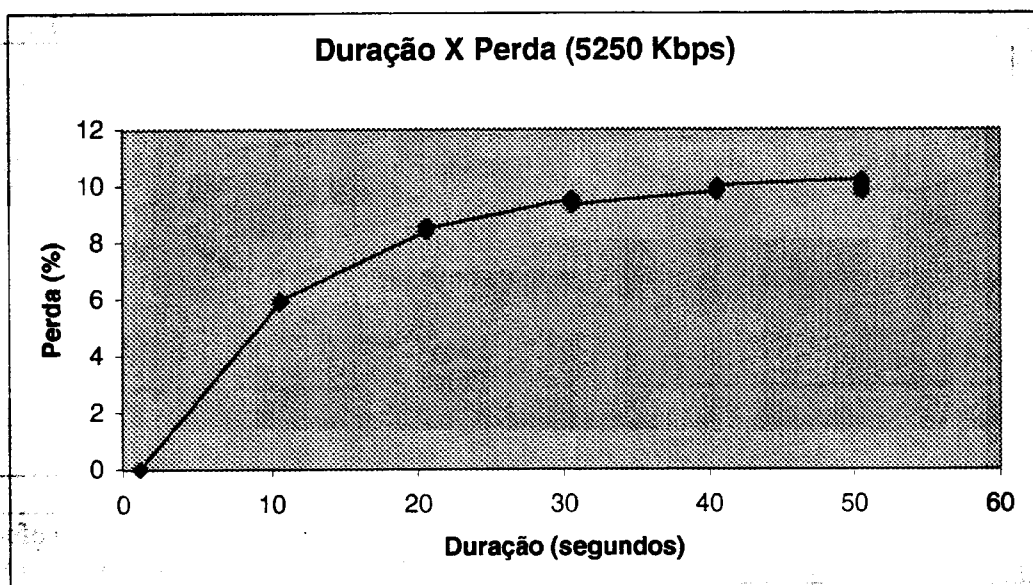
Conclusões do teste 2.1 para placa WAN 8260

O tráfego UBR consegue excursionar até o valor máximo da banda alocada ao VP 4,6 Mbps, sem perdas. Quando a taxa efetiva gerada é superior a 4,6 Mbps, perdas ocorrem e o atraso T das PDUs elevado mostra que houve armazenamento devido ao shaping. Como a taxa efetiva de recepção máxima nunca ultrapassa 4,6 Mbps, podemos concluir que o shaping na porta está

sendo realizado de modo correto, mesmo porque detectamos descarte ZERO no FORE. O atraso mínimo de ida e volta medido é da ordem de 1,82 ms. A placa WAN só aceita shaping feito na porta. Ela não suporta shaping no VP. Os testes de shaping foram feitos à parte e comprovaram este comportamento. Interessante observar que a placa WAN 8260 possui um atraso superior ao da placa OC-3 nativa.

Se analisarmos as três últimas linhas quando foram observadas perdas na transmissão, o número aproximado de células armazenadas no comutador (calculado multiplicando $(T - 1,82)$ por Rx_me , taxa efetiva de recepção e dividindo o resultado por 424), nos fornece os valores de 5931, 6126 e 6289 células armazenadas. Este resultado é coerente com o manual da IBM que atribui buffers de 8000 células à porta da placa WAN.

Em surtos de tráfego de pequena duração acima da banda máxima do VP, a existência de buffers no controle de shaping permite que se opere com perdas baixas. Evidentemente, à medida que a duração do tráfego não conforme aumenta, a ocupação total dos buffers não impede o descarte crescente de células. A taxa de perda em % é assintótica, como mostramos no gráfico abaixo, para um tráfego de 5250 kbps num VP de 4608 kbps. Valor assintótico = $(5250 - 4608)/5250 = 12\%$.



O atraso médio entre PDUs, V , tende a ficar constante, na medida em que o controle de shaping tem um buffer saturado e passa a gerar células com taxa constante. Eventualmente células são descartadas por falta de buffers disponíveis na entrada. O IBM 8265 foi configurado com descarte de quadro habilitado.

Condições de Teste para a Placa WAN

Comandos de configuração no switch IBM

8265ATM> set port 1.3 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off

8265ATM> show port 1.3 verbose

Type	Mode	Status

1.03: UNI enabled UP		
UNI Type	: Private	
Signalling Version	: Auto	
> Oper Sig. Version	: 3.1	
ILMI status	: UP	
ILMI vci	: 0.16	
RB Bandwidth	: 155000 kbps	
Police admin.	: off	
Police oper.	: on	
Signalling vci	: 0.5	
RB Admin weight	: 5040	
NRB Admin weight	: 5040	
VPI range admin.	: 0-15 (4 bits)	
VCI range admin.	: 0-1023 (10 bits)	
VPI range oper.	: 0-0 (0 bits)	
VCI range oper.	: 0-1024 (10 bits)	
Connector	: SC DUPLEX	
Media	: multimode fiber	
Port speed	: 155000 kbps	
Connection shaping	: Off.	
Remote device is active		
Frame format	: SONET STS-3c	
Scrambling mode	: frame and cell	
Clock mode	: internal	

8265ATM> set port 5.5 enable void

8265ATM> show port 5.5 verbose

Type	Mode	Status	Daughter Card Description

5.05:VOID enabled UP			OC3 Port
No ILMI			
VPI range admin.	: 0-15 (4 bits)		
VCI range admin.	: 0-1023 (10 bits)		

Connector : SC DUPLEX
Media : monomode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Shaping bandwidth : 4608 kbps
Remote device is active

DAUGHTER CARD INFORMATION:

Type : OC3
Software Version : 0.4.1.I

CONFIGURATION CONTROL:

Failure Integration Time : 2500 ms
Failure Decay Time : 10 s
Timing Source : PARM_EXTERNAL_FACILITY_TMG
Descramble Received Cells : Yes
Discard Idle Cells : Yes
Scramble Transmitted Cells : Yes

DIAGNOSTICS CONTROL:

Diagnostic Pattern : 00 00 00 00 00 00 00 00
Performance Monitoring : DISABLED
Internal Wrap : disabled
Reply Mode Wrap : disabled

EQUIPMENT TEST RESULT:

Tests Results : OK

FAILURE STATUS:

Loss of Signal : inactive
Loss of Frame : inactive
STS Path Loss of Pointer : inactive
Equipment Failure : inactive
Loss of Synchronization : inactive
Signal Label Mismatch : inactive
Path Trace Mismatch : inactive
Loss of Cell Delineation : inactive
Line Alarm Indication Signal (AIS) : inactive
STS Path Alarm Indication Signal : inactive
Line Remote Failure Indication : inactive
STS Path Remote Failure Indication : inactive

FAILURE SUMMARY STATUS:

No Failure

8265ATM> set pvc 1.02 100 this_hub_port:5.5 channel_point_to_point 0.50 10.50 best_effort
8265ATM> show pvc all verbose

PVC:Port 1.02 (id=500,Primary,BE) PTP-PVC VP/VC=0/80
-> Party:(id=0) VP/VC=10/50 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.05.05.00(port 5.05)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 01:01:31 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 5.05 (id=10001,Secondary,BE) PTP-PVC VP/VC=10/50
-> Party:(id=0) VP/VC=0/80 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.02.00(port 1.02)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 01:01:31 5 Apr 2000 (0 failures)

8265ATM> set vpc_link 5.5 10 enable pnni bandwidth:5000 shaping:on
tunneled_service_category:cbr_vbr_and_ubr
8265ATM> show vpc_link all verbose

VPI :Type Mode Status

5.05 10:PNNI enable UP
ILMI status : UP
ILMI vci : 10.16
VPC Bandwidth : 5000 kbps
RB Bandwidth : unlimited
Police admin. : off
Police oper. : off
Signalling vci : 10.5
Routing vci : 10.18
Aggregation token : 0
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPCI : 10
Shaping : On
Tunnelled Service Cat: CBR/VBR UBR
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)

Comandos de configuração no switch FORE

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port > policing 2B4 enable
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port > policing 2B3 enable

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> show

Port	Carrier	Admin	Mbps	ATM-Rate	CDVT	Policing	VBROB	BuffOB	AIS/RDI	Model
2B1	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2B2	no	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2B3	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2B4	yes	up	155.0	149.760	250	enabled	100	100	disabled	OC3
2C1	yes	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C2	yes	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C3	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C4	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C5	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2C6	no	up	2.0	N/A	N/A	enabled	N/A	N/A	N/A	CESE1
2E1	yes	up	2560.0	2560.000	100	disabled	N/A	N/A	disabled	ASX-BP
2E3	no	up	2560.0	2560.000	100	disabled	N/A	N/A	disabled	ASX-BP
2E4	no	up	2560.0	2560.000	100	disabled	N/A	N/A	disabled	ASX-BP
2CTL	yes	up	80.0	79.996	5000	enabled	N/A	N/A	disabled	ASX-CTL

Note: ATM/OAM processing is disabled

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration upc > new 110 cbr 11792
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration upc> show 110

Index	PCR01	SCR01	MBS01	PCR0	SCR0	MBS0	MCR	CDVT	UBRBW	TAG	Name
110	11792					cbr					

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc > new 2B2 10 2B4 10 -upc 110
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc > new 2B4 10 2B2 10 -upc 110

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> show

Input	Output
Port VPI	Port VPI UPC Prot Name
2B3 10	2B4 10 110 pvc N/A
2B4 10	2B3 10 110 pvc N/A

Comandos de coleta de estatística no switch IBM

set device accounting enable => reseta os contadores de células por porta

show statistics 1.all => mostra quantidade de células por porta

b) Resultados dos testes (placa WAN)

Teste 1) monitor_pvc2 50 0 704 6360 60 wan100xfd.log

	Execução 1 wan1001fd.log	Execução 2 wan1002fd.log	Execução 3 wan1003fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	9430	9429	9430
Número PDU's recebidas	9430	9429	9430
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	53.110	53.104	53.110
Duração total transm. (A)	59.999	53.104	53.110
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1.822 ± 0.022	1.822 ± 0.001	1.822 ± 0.001
Número de amostras	9430	9429	9430
Atraso médio entre PDU's (V)	6.363032 ± 0.002324	6.364050 ± 0.002260	6.363560 ± 0.002061
Número de amostras	9429	9428	9429
Int. geração PDU's (E)	6360	6360	6360
Intervalo efet. entre gerações (E)	6.363072 ± 0.000961	6.364090 ± 0.001746	6.363577 ± 0.001444
Número de amostras	9429	9428	9429
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	999.517	999.357	999.438
Teórica (tx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	885.107	884.965	885.037
Teórica (tx_at)	885.535	885.535	885.535
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	999.524	999.364	999.441
Teórica (rx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	885.113	884.971	885.039
Teórica (rx_at)	885.535	885.535	885.535

Teste 2) monitor_pvc2 50 0 704 3180 60 wan200xfd.log

	Execução 1 wan2001fd.log	Execução 2 wan2002fd.log	Execução 3 wan2003fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	18851	18837	18844
Número PDU's recebidas	18851	18837	18844
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	106.169	106.090	106.129
Duração total transm. (A)	60.005	60.004	60.003
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1.819 ± 0.001	1.821 ± 0.001	1.820 ± 0.001
Número de amostras	18851	18837	18844
Atraso médio entre PDU's (V)	3.183190 ± 0.001146	3.185476 ± 0.002126	3.184228 ± 0.001676
Número de amostras	18850	18836	18843
Int. geração PDU's (E)	3180	3180	3180
Intervalo efet. entre gerações (E)	3.183206 ± 0.000474	3.185490 ± 0.001750	3.184243 ± 0.001192
Número de amostras	18850	18836	18843
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	1997.986	1996.553	1997.335
Teórica (tx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	1769.286	1768.017	1768.709
Teórica (tx_at)	1771.069	1771.069	1771.069
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	1997.996	1996.562	1997.345
Teórica (rx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	1769.294	1768.025	1768.718
Teórica (rx_at)	1771.069	1771.069	1771.069

Teste 3) monitor_pvc2 50 0 704 1413 60 wan450xfd.log

	Execução 1 wan4501fd.log	Execução 2 wan4502fd.log	Execução 3 wan4503fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	42356	42367	42357
Número PDU's recebidas	42356	42367	42357
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	238.549	238.611	238.555
Duração total transm. (A)	60.005	60.005	60.005
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1.830 ± 0.001	1.831 ± 0.001	1.830 ± 0.001
Número de amostras	42356	42367	42357
Atraso médio entre PDU's (V)	1.416663 ± 0.000775	1.416300 ± 0.000678	1.416628 ± 0.000911
Número de amostras	42355	42366	42356
Int. geração PDU's (E)	1413	1413	1413
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.416663 ± 0.000564	1.416308 ± 0.000381	1.416628 ± 0.000744
Número de amostras	42355	42366	42356
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	4489.425	4490.547	4489.535
Teórica (tx_mt)	4501.062	4501.062	4501.062
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	3975.541	3976.535	3975.639
Teórica (tx_at)	3985.846	3985.846	3985.846
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4489.424	4490.573	4489.534
Teórica (rx_mt)	4501.062	4501.062	4501.062
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	3975.541	3976.558	3975.638
Teórica (rx_at)	3985.846	3985.846	3985.846

Teste 4) monitor_pvc2 50 0 704 1270 60 wan500xfd.log

	Execução 1 wan5001fd.log	Execução 2 wan5002fd.log	Execução 3 wan5003fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	46430	46495	46573
Número PDU's recebidas	43882	43882	43882
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	247.143	247.143	247.143
Duração total transm. (A)	60.593	60.593	60.593
Perda total (P)	5.48783%	5.61996%	5.77803%
Atraso médio por PDU (T)	544.849 ± 0.979	546.919 ± 0.960	548.105 ± 0.947
Número de amostras	43882	43882	43882
Atraso médio entre PDU's (V)	1.382427 ± 0.000827	1.382413 ± 0.000770	1.382454 ± 0.000614
Número de amostras	41333	41268	41190
Int. geração PDU's (E)	1270	1270	1270
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.294827 ± 0.000691	1.292891 ± 0.000687	1.290539 ± 0.000500
Número de amostras	41333	41268	41190
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	4921.212	4928.151	4936.337
Teórica (tx_mt)	5007.874	5007.874	5007.874
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	4357.903	4364.048	4371.298
Teórica (tx_at)	4434.646	4434.646	4434.646
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4606.036	4606.039	4606.046
Teórica (rx_mt)	5007.874	5007.874	5007.874
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	4078.804	4078.807	4078.813
Teórica (rx_at)	4434.646	4434.646	4434.646

Teste 5) monitor_pvc2 50 0 704 1211 60 wan525xfd.log

	Execução 1 wan5251fd.log	Execução 2 wan5252fd.log	Execução 3 wan5253fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	49005	48957	48884
Número PDU's recebidas	43882	43882	43883
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	247.143	247.143	247.149
Duração total transm. (A)	60.593	60.593	60.593
Perda total (P)	10.45404%	10.36624%	10.23034%
Atraso médio por PDU (T)	564.926 ± 0.751	563.961 ± 0.766	564.378 ± 0.758
Número de amostras	43882	43882	43883
Atraso médio entre PDU's (V)	1.381760 ± 0.000750	1.381741 ± 0.000904	1.381563 ± 0.000650
Número de amostras	38758	38806	38881
Int. geração PDU's (E)	1211	1211	1211
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.225003 ± 0.000608	1.226347 ± 0.000629	1.228696 ± 0.000734
Número de amostras	38758	38806	38881
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	5194.173	5189.078	5181.291
Teórica (tx_mt)	5251.858	5251.858	5251.858
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	4599.620	4595.108	4588.212
Teórica (tx_at)	4650.702	4650.702	4650.702
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4606.013	4606.014	4606.139
Teórica (rx_mt)	5251.858	5251.858	5251.858
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	4078.784	4078.784	4078.896
Teórica (rx_at)	4650.702	4650.702	4650.702

Teste 6) monitor_pvc2 50 0 704 1000 60 wan636xfd.log

	Execução 1 wan6361fd.log	Execução 2 wan6362fd.log	Execução 3 wan6363fd.log
Núm. PDU's geradas (N)	59386	59220	59395
43882	43883	43883	43883
Erros de escrita	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	704	704	704
Céls. Transm. p/ PDU (C)	15	15	15
Volume total recebido	247.143	247.149	247.149
Duração total transm. (A)	60.593	60.594	60.594
Perda total (P)	26.10716%	25.89835%	26.11668%
Atraso médio por PDU (T)	579.446 ± 0.500	579.177 ± 0.501	579.442 ± 0.500
Número de amostras	43882	43883	43883
Atraso médio entre PDU's (V)	1.382657 ± 0.000773	1.382994 ± 0.002275	1.382931 ± 0.000979
Número de amostras	28377	28545	28370
Int. geração PDU's (E)	1000	1000	1000
Intervalo efet. entre gerações (E)	1.004309 ± 0.000568	1.009874 ± 0.003353	1.004670 ± 0.001010
Número de amostras	28377	28545	28370
Taxas de Transmissão:			
Nível ATM:			
Efetiva (tx_me)	6294.457	6276.856	6295.407
Teórica (tx_mt)	6360.0	6360.0	6360.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (tx_ae)	5573.960	5558.373	5574.801
Teórica (tx_at)	5632.0	5632.0	5632.0
Taxas de Recepção:			
Nível ATM:			
Efetiva (rx_me)	4606.038	4606.063	4606.034
Teórica (rx_mt)	6360.0	6360.0	6360.0
Nível de Aplicação:			
Efetiva (rx_ae)	4078.806	4078.828	4078.802
Teórica (rx_at)	5632.0	5632.0	5632.0

TESTES DO IBM 8265 PARA PILOTO RNP2

Testes 2.2a

Placa OC-3 nativa	pág. 2
Resultados OC-3 detalhados	pág. 4
Placa WAN	pág. 14
Resultados WAN detalhados	pág. 17

Laboratório LAND NCE/UFRJ

Data: 26/04/2000

Coordenação: Paulo Aguiar

Equipe: Cláudia Naumann, João Carlos Peixoto

TESTE 2.2a – Teste de estresse do VP com Monitoramento de Descarte (31/03/00)

Objetivo: VC UBR na presença de um VC CBR de 2Mbps com tráfego a 50 % do PCR (1 Mbps), VC UBR estressando a capacidade do VP de acordo com os parâmetros definidos abaixo.

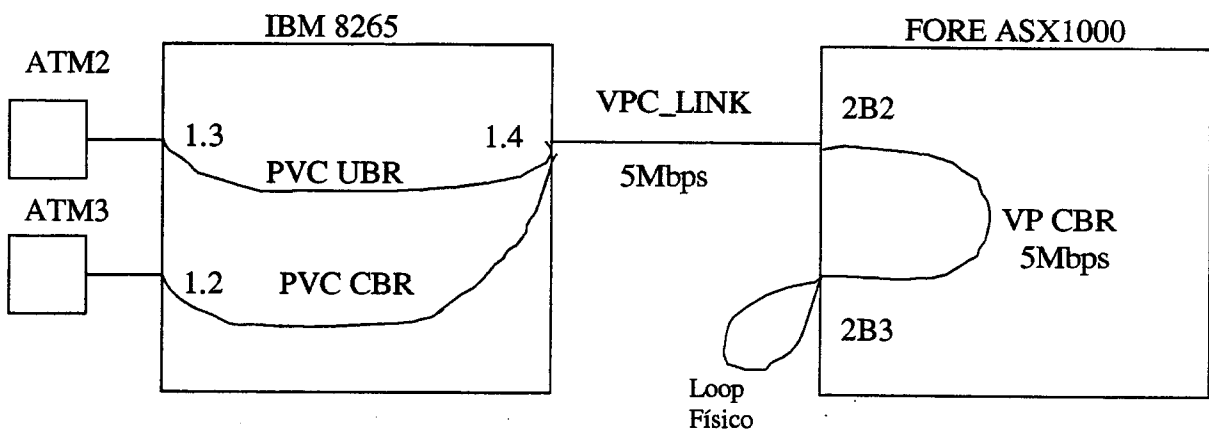
Utilizando placa OC-3 nativa

Topologia adotada: (ver figura abaixo) Para os testes de estresse do VP utilizamos 2 estações Solaris (ATM2 e ATM3 – alocadas exclusivamente para os testes), um switch IBM 8265 e um switch FORE ASX1000. Todos os equipamentos estão conectados através de fibra multimodo. Foi criado 1 PVC UBR entre as portas 1.3 e a porta 1.4 do switch IBM. Um PVC CBR também foi criado entre as portas 1.2 e 1.4 do switch IBM. Um VPC_link de 5 foi estabelecido entre as portas 1.4 do switch IBM e a porta 2B2 do switch FORE, e um VP CBR de 5 Mbps foi estabelecido entre as portas 2B2 e 2B3 do switch FORE.

Metodologia: Executar para cada par E,PCR abaixo, 3 sessões do programa monitor_pvc2 na estação ATM2 gerando tráfego UBR e 1 sessão do mesmo programa na estação ATM3 gerando tráfego CBR. O que fizemos foi colocar um loop físico na porta 2B3 do switch IBM. Tamanho do pacote (L) = 608 bytes e duração do teste para tráfego UBR (D) = 60 segundos

Parâmetros do monitor_pvc2 para o PVC CBR: L=608, E=5512, D=0

Duração do teste (D): 0 segundos (significa que vai gerar tráfego CBR por tempo indeterminado), até que seja interrompido pelo usuário.



Monitor_pvc2		RESUMO DAS MEDIÇÕES PARA UBR			
E (μs)	PCR (kbps)	V (μs)	Perda (%)	T (atraso médio das PDU em ms)	RX_ME (taxa efetiva de recepção em kbps)
5512	1000	5517	0	2,46	999
2756	2000	2760	0	2,55	1996
1837	3000	1842	0	2,67	2992
1378	4000	1394	0	3,62	3953
1102	5000	1324	19,3	55,5	3930
1000	5510	1347	26,5	55,7	3942

O tráfego CBR apresentou 0% de perda, T = 1,5 ms, e taxa efetiva de 999 kbps.

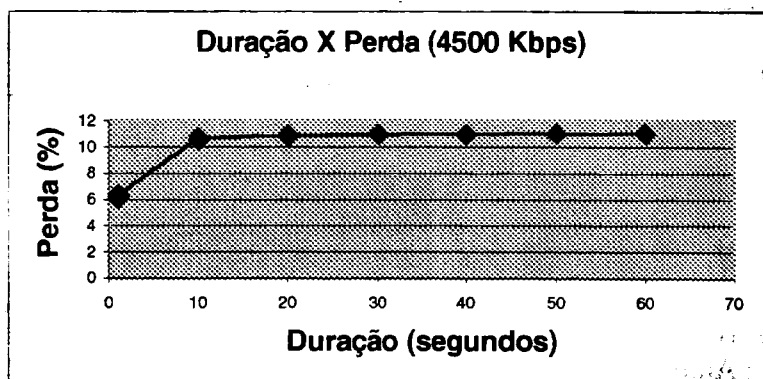
Conclusões do teste 2.2a para placa OC-3 nativa

O tráfego UBR consegue excursionar até o valor de 4 Mbps, que corresponde a sobra da banda do VP não consumida pelo tráfego CBR de 1 Mbps. Quando a taxa efetiva gerada é superior a 4 Mbps, perdas ocorrem e o atraso T elevado mostra que houve armazenamento devido ao shaping. Como a taxa efetiva de recepção total nunca ultrapassa 5 Mbps, podemos concluir que o shaping no VP está sendo realizado de modo correto, mesmo porque detectamos descarte ZERO no FORE.

O atraso mínimo T é da ordem de 2,46 ms. Este valor é quase 1 ms superior ao medido quando somente o tráfego UBR está presente no comutador (teste 2.1). Isto demonstra que o tráfego UBR sofre impacto do tráfego CBR, como era de se esperar. Como o tráfego CBR tem T=1,5 ms, podemos confirmar que para o tráfego CBR tudo se passa como se ele fosse o único tráfego no comutador, ou seja, o comutador dá prioridade máxima para o tráfego CBR. Este é o comportamento esperado.

A ocupação média de buffers do tráfego UBR no controle de shaping para a geração de 5510 kbps pode ser obtida por $(55,7 - 2,46) \cdot 3942 / 424 = 495$ células. Este valor é bem próximo ao calculado no teste 2.1 com esta mesma placa. Seria aqui também importante tentar medir a ocupação de buffers com valores maiores de geração de tráfego, como sugerido nas conclusões do teste 2.1. Esta verificação ficará pendente.

O gráfico Duração x Perda para a taxa de geração de tráfego UBR de 4500 kbps é mostrado abaixo. O valor assintótico é dado por $(5500-5000)/4500 = 11\%$, confirmando as medidas apresentadas no gráfico.



Condições do teste 2.2a para placa OC-3 nativa

Comandos de configuração do switch IBM

```
8265ATM> set port 1.2 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.2 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.02: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set port 1.3 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.3 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.03: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto

> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

8265ATM> set port 1.4 enable void connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.4 verbose

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.04:VOID enabled no activity

No ILMI
Police admin. : off
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is inactive

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

8265ATM> set vpc_link 1.4 10 enable pnpi bandwidth:5000 shaping:on tunnelled_ser
vice_category:cbr_vbr_and_ubr

8265ATM> show vpc_link all verbose

VPI	Type	Mode	Status
1.04	10:PNNI enable	UP	
ILMI status : UP			
ILMI vci : 10.16			
VPC Bandwidth : 5000 kbps			
RB Bandwidth : unlimited			
Police admin. : off			
Police oper. : off			
Signalling vci : 10.5			
Routing vci : 10.18			
Aggregation token : 0			
RB Admin weight : 5040			
NRB Admin weight : 5040			
VPCI : 10			
Shaping : On			
Tunnelled Service Cat: CBR/VBR UBR			
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)			

8265ATM> set pvc 1.2 200 this_hub_port:1.4 channel_point_to_point 0.80 10.80 reserved_bandwidth 2000 bwd=_fwd frame_discard¹

8265ATM> set pvc 1.3 100 this_hub_port:1.4 channel_point_to_point 0.50 10.50 best_effort

8265ATM> show pvc all verbose

```

-----
PVC:Port 1.02 (id=200,Primary,RB) PTP-PVC VP/VC=0/80
-> Party:(id=0) VP/VC=10/80 STATUS:Active
  47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.04.00(port 1.04)
Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 19:05:46 5 Apr 2000 (0 failures)
-----
PVC:Port 1.03 (id=100,Primary,BE) PTP-PVC VP/VC=0/50
-> Party:(id=0) VP/VC=10/50 STATUS:Active
  47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.04.00(port 1.04)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 19:04:41 5 Apr 2000 (0 failures)
-----

```

¹ Obs.: frame_discard é opção default para PVC UBR, mas não para PVC CBR.

PVC:Port 1.04 (id=10001,Secondary,BE) PTP-PVC VP/VC=10/50
-> Party:(id=0) VP/VC=0/50 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.03.00(port 1.03)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 19:04:41 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 1.04 (id=10002,Secondary,RB) PTP-PVC VP/VC=10/80
-> Party:(id=0) VP/VC=0/80 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.02.00(port 1.02)
Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 19:05:46 5 Apr 2000 (0 failures)

Comandos de configuração do switch FORE

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2B2 enable
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2B3 enable

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration upc> new 110 cbr 11792

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b3 10 2b2 10 -upc 110
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b2 10 2b3 10 -upc 110

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> sh
```

Input	Output
Port VPI	Port VPI UPC Prot Name
2B2 10	2B3 10 110 pvc N/A
2B3 10	2B2 10 110 pvc N/A

Comandos de coleta de estatística no switch IBM

set device accounting enable => reseta os contadores de células por porta

show statistics 1.all => mostra quantidade de células por porta

a) **Resultados dos testes** (intervalo de confiança de 90 %)

Teste 1) monitor_pvc2 50 0 608 5512 60 fibra100xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 0 fibracbr1.log

	Execução 1 fibra1001fd.log	Execução 2 fibra1002fd.log	Execução 3 fibra1003fd.log	Execução CBR fibracbr1.log
Núm. PDU's geradas (N)	10874	10874	10872	68589
Número PDU's recebidas	10874	10874	10872	68586
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	52.891	52.891	52.881	333.602
Duração total transm. (A)	59.994	59.988	59.990	378.551
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.400 ± 0.073	2.591 ± 0.072	2.377 ± 0.073	1.508 ± 0.000
Número de amostras	10874	10874	10872	68685
Atraso médio entre PDU's (V)	5.51571 ± 0.047190	5.517002 ± 0.046548	5.518091 ± 0.046924	5.519176 ± 0.002311
Número de amostras	10873	10873	10871	68583
Int. geração PDU's (E)	5512	5512	5512	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	5.517601 ± 0.002526	5.517063 ± 0.001814	5.518185 ± 0.002654	5.519182 ± 0.002215
Número de amostras	10873	10873	10871	68583
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	998.985	999.082	998.879	998.699
Teórica (tx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	881.542	881.628	881.449	881.290
Teórica (tx_at)	885.535	885.535	885.535	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	998.990	999.093	998.896	998.656
Teórica (rx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	881.547	881.638	881.464	881.252
Teórica (rx_at)	885.535	885.535	885.535	882.438

Teste 2) monitor_pvc2 50 0 608 2756 60 fibra200xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 80 fibracbr2.log

	Execução 1 Fibra2001fd.log	Execução 2 fibra2002fd.log	Execução 3 fibra2003fd.log	Execução CBR fibracbr2.log
Núm. PDU's geradas (N)	21729	21734	21733	43051
Número PDU's recebidas	21729	21734	21733	43051
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	105.690	105.714	105.709	209.400
Duração total transm. (A)	59.993	59.991	60.031	237.485
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.628 ± 0.056	2.529 ± 0.052	2.500 ± 0.052	1.512 ± 0.002
Número de amostras	21729	21734	21733	43051
Atraso médio entre PDU's (V)	2.760941 ± 0.026345	2.760266 ± 0.025176	2.762190 ± 0.025178	5.516452 ± 0.001700
Número de amostras	21728	21733	21732	43050
Int. geração PDU's (E)	2756	2756	2756	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	2.760950 ± 0.001313	2.760301 ± 0.001214	2.760464 ± 0.001198	5.516460 ± 0.000824
Número de amostras	21728	21733	21732	43050
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	1996.414	1996.884	1996.766	999.191
Teórica (tx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	1761.712	1762.127	1762.023	881.725
Teórica (tx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	1996.420	1996.909	1995.518	999.193
Teórica (rx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	1761.718	1762.149	1760.922	881.726
Teórica (rx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	882.438

Teste 3) monitor_pvc2 50 0 608 1837 60 fibra300xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 80 fibracbr3.log

	Execução 1 fibra3001fd.log	Execução 2 fibra3002fd.log	Execução 3 fibra3003fd.log	Execução CBR fibracbr3.log
Núm. PDU's geradas (N)	32572	32571	32584	41888
Número PDU's recebidas	32572	32571	32584	41888
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	158.430	158.425	158.489	203.743
Duração total transm. (A)	59.999	59.993	60.001	231.175
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.666 ± 0.044	2.671 ± 0.044	2.673 ± 0.043	1.507 ± 0.001
Número de amostras	32572	32571	32584	41888
Atraso médio entre PDU's (V)	1.842020 ± 0.017327	1.841897 ± 0.017369	1.841423 ± 0.017338	5.518980 ± 0.001665
Número de amostras	32571	32570	32583	41887
Int. geração PDU's (E)	1837	1837	1837	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.842064 ± 0.001509	1.841894 ± 0.000956	1.841395 ± 0.000905	5.518988 ± 0.001261
Número de amostras	32571	32570	32583	41887
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	2992.296	2992.572	2993.382	998.734
Teórica (tx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	2640.516	2640.760	2641.475	881.321
Teórica (tx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2992.367	2992.568	2993.337	998.735
Teórica (rx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2640.580	2640.756	2641.435	881.322
Teórica (rx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	882.438

Teste 4) monitor_pvc2 50 0 608 1378 60 fibra400xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 80 fibracbr4.log

	Execução 1 fibra4001fd.log	Execução 2 fibra4002fd.log	Execução 3 fibra4003fd.log	Execução CBR fibracbr4.log
Núm. PDU's geradas (N)	42904	42964	43247	71771
Número PDU's recebidas	42904	42964	43247	71771
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	208.685	208.977	210.353	349.094
Duração total transm. (A)	60.006	59.992	60.005	395.920
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.00000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	3.296 ± 0.020	3.260 ± 0.012	4.132 ± 0.028	1.511 ± 0.000
Número de amostras	42904	42964	43247	71771
Atraso médio entre PDU's (V)	1.398612 ± 0.006968	1.396312 ± 0.005337	1.387492 ± 0.004172	5.516490 ± 0.000835
Número de amostras	42903	42693	43246	71770
Int. geração PDU's (E)	1378	1378	1378	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.398454 ± 0.002464	1.396312 ± 0.002653	1.387468 ± 0.000505	5.516495 ± 0.000596
Número de amostras	42903	42963	43246	71770
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	3941.495	3947.541	3972.704	999.185
Teórica (tx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	3478.126	3843.462	3505.666	881.719
Teórica (tx_at)	3529.753	3529.753	3529.753	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	3941.051	3947.573	3972.635	999.186
Teórica (rx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	3477.734	3483.490	3505.605	881.720
Teórica (rx_at)	3529.753	3529.753	3529.753	882.438

Teste 5) monitor_pvc2 50 0 608 1102 60 fibra500xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 80 fibracbr5.log

	Execução 1 fibra5001fd.log	Execução 2 fibra5002fd.log	Execução 3 fibra5003fd.log	Execução CBR fibracbr5.log
Núm. PDU's geradas (N)	51519	53776	54013	45159
Número PDU's recebidas	42014	43198	43236	45159
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	204.356	210.115	210.300	219.653
Duração total transm. (A)	60.046	60.046	60.047	249.103
Perda total (P)	18.44950%	19.67048%	19.95260%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	54.238 ± 0.081	55.973 ± 0.054	56.413 ± 0.046	1.505 ± 0.000
Número de amostras	42014	43198	43236	45159
Atraso médio entre PDU's (V)	1.300877 ± 0.033607	1.342097 ± 0.015289	1.329931 ± 0.014188	5.516210 ± 0.001110
Número de amostras	32638	32676	32507	45158
Int. geração PDU's (E)	1102	1102	1102	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.178093 % 0.0366855	1.118823 ± 0.005363	1.115021 ± 0.000597	5.516193 ± 0.000861
Número de amostras	32638	32676	32507	45158
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	4733.516	4940.936	4962.684	992.240
Teórica (tx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4177.036	4360.072	4379.262	881.768
Teórica (tx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	3856.788	3965.468	3968.885	999.237
Teórica (rx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	3403.378	3499.281	3502.296	881.765
Teórica (rx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	882.438

Teste 6) monitor_pvc2 50 0 608 1000 60 fibra551xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 80 fibracbr55.log

	Execução 1 fibra5511fd.log	Execução 2 fibra5512fd.log	Execução 3 fibra5513fd.log	Execução CBR fibracbr55.log
Núm. PDU's geradas (N)	56720	59170	59341	45159
Número PDU's recebidas	42362	43236	43236	45159
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	206.049	210.300	210.300	219.653
Duração total transm. (A)	60.045	60.047	60.046	249.103
Perda total (P)	25.31382%	26.92919%	27.13975%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	54.528 ± 0.069	56.047 ± 0.036	56.659 ± 0.046	1.505 ± 0.000
Número de amostras	42362	43236	43236	45159
Atraso médio entre PDU's (V)	1.373967 ± 0.014673	1.331038 ± 0.010775	1.337081 ± 0.015850	5.516210 ± 0.001110
Número de amostras	32290	32193	32084	45158
Int. geração PDU's (E)	1000	1000	1000	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.087903 ± 0.016136	1.021173 ± 0.002823	1.017439 ± 0.001127	5.516193 ± 0.000861
Número de amostras	32290	32193	32084	45158
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	5211.470	5436.582	5452.233	999.240
Teórica (tx_mt)	5512.0	5512.0	5512.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4598.801	4797.448	4811.259	881.768
Teórica (tx_at)	4864.0	4864.0	4864.0	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	3888.827	3968.871	3968.959	999.237
Teórica (rx_mt)	5512.0	5512.0	5512.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	3431.650	3502.284	3502.362	881.765
Teórica (rx_at)	4864.0	4864.0	4864.0	882.438

TESTE 2.2a – Teste de estresse do VP com Monitoramento de Descarte (31/03/00)

Objetivo: VC UBR na presença de um VC CBR de 2Mbps com tráfego a 50 % do PCR (1 Mbps), VC UBR estressando a capacidade do VP de acordo com os parâmetros definidos abaixo.

Utilizando placa WAN

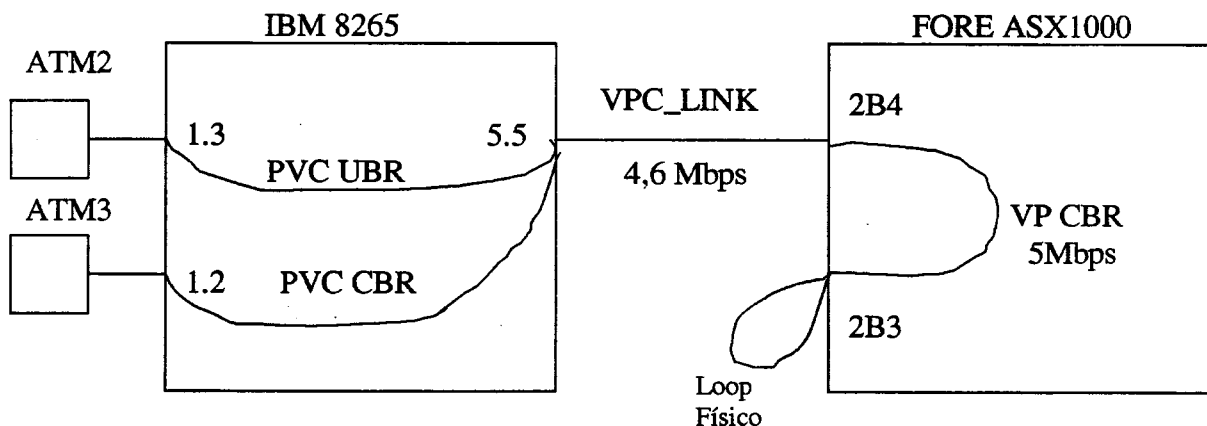
Topologia adotada: (ver figura abaixo) Para os testes de estresse do VP utilizamos 2 estações Solaris (ATM2 e ATM3 – alocadas exclusivamente para os testes), um switch IBM 8265 e um switch FORE ASX1000. Foi criado 1 PVC UBR entre as portas 1.3 e a porta 5.5 (monomodo) do switch IBM. Um PVC CBR também foi criado entre as portas 1.2 e 5.5 do switch IBM. Um VPC_link de 5 Mbps com shaping de 4,6 Mbps foi estabelecido entre as portas 5.5 do switch IBM e a porta 2B4 (monomodo) do switch FORE, e um VP CBR de 5 Mbps foi configurado entre as portas 2B4 e 2B3 do switch FORE.

Foi verificado que a placa WAN trabalha com valores discretos de shaping para VP, com granularidade em torno de 512 Kbps. A tentativa de estabelecer um shaping de 5 Mbps no VP criado com 5 MBps efetivamente provoca o estabelecimento do shaping de 4.608 kbps.

Metodologia: Executar para cada par E,PCR abaixo, 3 sessões do programa monitor_pvc2 na estação ATM2 gerando tráfego UBR e 1 sessão do mesmo programa na estação ATM3 gerando tráfego CBR. O que fizemos foi colocar um loop físico na porta 2B3 do switch IBM. Tamanho do pacote (L) = 608 bytes e duração do teste (D) = 60 segundos.

Parâmetros do monitor_pvc2 para o PVC CBR: L=608, E=5512, D=0

Duração do teste (D) = 0 (significa que vai gerar tráfego por tempo indeterminado)



Monitor_pvc2		RESUMO DAS MEDIÇÕES PARA UBR			
E (μs)	PCR (kbps)	V (μs)	Perda (%)	T (atraso médio das PDU em ms)	RX_ME (taxa efetiva de recepção em kbps)
5512	1000	5575	0	2,82	989
2756	2000	2762	0	2,79	1995

1837	3000	1842	0	2,65	2978
1500	3650	1528	0,13	413	3606
1480	3700	1532	1,19	561	3606
1378	4000	1546	7,7	702	3608
1102	5000	1583	25,5	735	3607
1000	5510	1566	32,5	739	3608

O tráfego CBR apresentou 0% de perda, $T = 1,78$ ms, e taxa efetiva de 998 kbps.

Conclusões do teste 2.2a para placa WAN

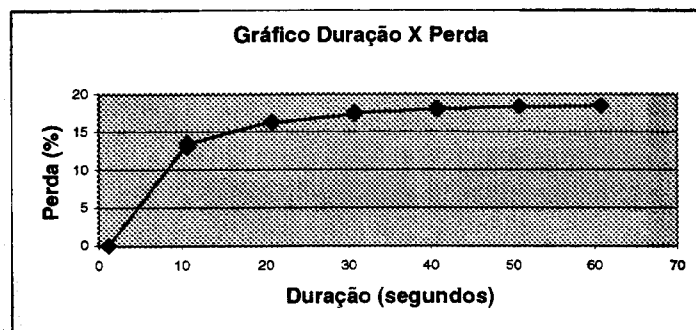
O tráfego UBR consegue excursionar até o valor de 3,6 Mbps, que corresponde à sobra da banda do VP não consumida pelo tráfego CBR de 1 Mbps. Quando a taxa efetiva gerada é superior a 3,6 Mbps, perdas ocorrem e o atraso T elevado mostra que houve armazenamento devido ao shaping. Como a taxa efetiva de recepção total nunca ultrapassa 4,6 Mbps, podemos concluir que o shaping na porta está sendo realizado de modo correto, mesmo porque detectamos descarte ZERO no FORE.

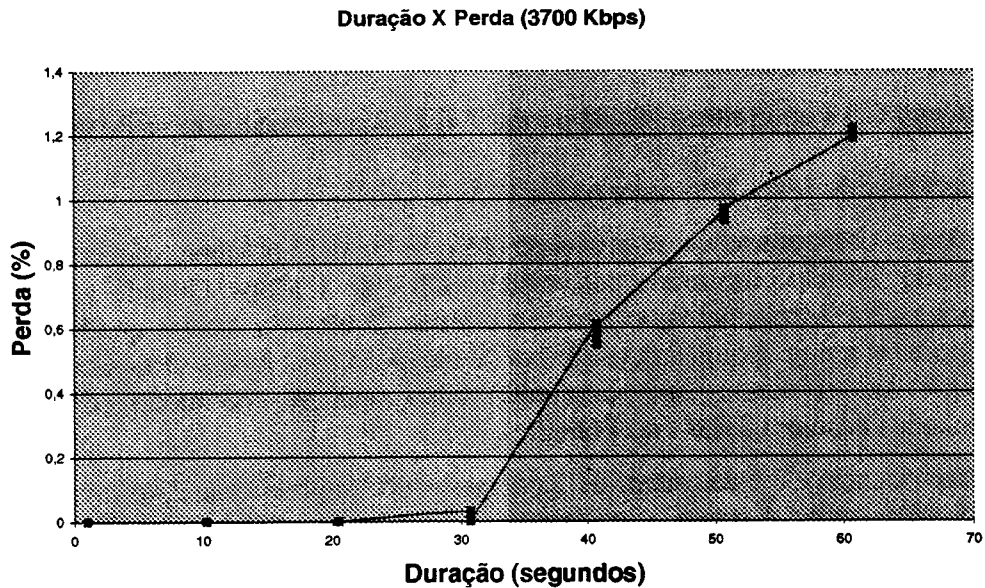
O atraso mínimo T é da ordem de 2,65 ms, pouco superior aos 2,46 ms medidos para a placa OC-3. Este valor é quase 1 ms superior ao medido quando somente o tráfego UBR está presente no comutador (teste 2.1). Isto demonstra que o tráfego UBR sofre impacto do tráfego CBR, como era de se esperar. Como o tráfego CBR tem $T=1,78$ ms, podemos confirmar que para o tráfego CBR tudo se passa como se ele fosse o único tráfego no comutador, ou seja, o comutador dá prioridade máxima para o tráfego CBR. Este é o comportamento esperado.

A ocupação média de buffers do tráfego UBR no controle de shaping para a geração de 5510 kbps pode ser obtida por $(739 - 2,65) * 3608 / 424 = 6266$ células. Este valor é bem próximo ao calculado no teste 2.1 com esta mesma placa.

O gráfico Duração x Perda para a taxa de geração de tráfego UBR de 4500 kbps é mostrado abaixo.

O comportamento das perdas é o esperado. O comportamento assintótico tendendo para 20 ms está de acordo com o teórico de $(5500-4608)/4500 = 20$.





Para verificar a influência mais gradativa da duração na ocorrência de perda, geramos os gráficos de Duração x Perda para taxas UBR de 3.700 kbps, com mostrado abaixo.

Na geração mostrada acima, o tráfego UBR é apenas marginalmente superior à taxa máxima possível, já que existe o tráfego CBR da ordem de 1 Mbps e o shaping na porta limita o tráfego de saída em 4.608 kbps. Com o aumento da duração do surto de tráfego, os buffers vão sendo consumidos até o ponto em que as perdas se iniciam. Evidentemente, surtos de tráfego de pequena duração não provocariam perdas, devido ao grande número de buffers disponíveis na saída da porta WAN.

Condições do teste 2.2a para placa WAN

Comandos de configuração do switch IBM

```
8265ATM> set port 1.2 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.2 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.02: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set port 1.3 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.3 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.03: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP

ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

8265ATM> set vpc_link 5.5 10 enable pn timer bandwidth:5000 shaping:on tunnelled_service_category:cbr_vbr_and_ubr
8265ATM> show vpc_link all verbose

VPI :Type Mode Status

5.05 10:PNNI enable UP

ILMI status : UP
ILMI vci : 10.16
VPC Bandwidth : 5000 kbps
RB Bandwidth : unlimited
Police admin. : off
Police oper. : off
Signalling vci : 10.5
Routing vci : 10.18
Aggregation token : 0
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPCI : 10
Shaping : On
Tunnelled Service Cat: CBR/VBR UBR
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.

Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set pvc 1.2 200 this_hub_port:5.5 channel_point_to_point 0.80 10.80 reserved_bandwidth 2000 bwd=_ fwd frame_discard2
```

```
8265ATM> set pvc 1.3 100 this_hub_port:5.5 channel_point_to_point 0.50 10.50 best_effort
```

```
8265ATM> show pvc all verbose
```

PVC:Port 1.02 (id=200,Primary,RB) PTP-PVC VP/VC=0/80
Party:(id=0) VP/VC=10/80 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.05.05.00(port 5.05)
Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 17:20:38 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 1.03 (id=100,Primary,BE) PTP-PVC VP/VC=0/50
-> Party:(id=0) VP/VC=10/50 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.05.05.00(port 5.05)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 17:19:33 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 5.05 (id=10001,Secondary,BE) PTP-PVC VP/VC=10/50
-> Party:(id=0) VP/VC=0/50 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.03.00(port 1.03)
Best Effort.
Frame discard : Yes.

Obs.: frame_discard é opção default para PVC UBR, mas não para PVC CBR.²

Last Active Date : 17:19:32 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 5.05 (id=10002,Secondary,RB) PTP-PVC VP/VC=10/80

-> Party:(id=0) VP/VC=0/80 STATUS:Active

47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.02.00(port 1.02)

Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s

Frame Discard : Yes.

Last Active Date : 17:20:38 5 Apr 2000 (0 failures)

Comandos de configuração do switch FORE

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2b4 enable
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2b3 enable
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration upc> new 110 cbr 11792
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b3 10 2b4 10 -upc 110
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b4 10 2b3 10 -upc 110
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> sh
```

Input	Output
-------	--------

Port	VPI	Port	VPI	UPC	Prot	Name
------	-----	------	-----	-----	------	------

2B4	10	2B3	10	110	pvc	N/A
-----	----	-----	----	-----	-----	-----

2B3	10	2B4	10	110	pvc	N/A
-----	----	-----	----	-----	-----	-----

Comandos de coleta de estatística no switch IBM

set device accounting enable => reseta os contadores de células por porta

show statistics 1.all => mostra quantidade de células por porta

b) Resultados dos testes (intervalo de confiança de 90%)

Teste 1) monitor_pvc2 50 0 608 5512 wan100xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 0 wancbr1.log

	Execução 1 wan1001fd.log	Execução 2 wan1002fd.log	Execução 3 wan1003fd.log	Execução CBR wancbr1.log
Núm. PDU's geradas (N)	10772	10873	10635	60868
Número PDU's recebidas	10772	10873	10635	60868
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	52.935	52.886	51.729	296.062
Duração total transm. (A)	59.990	59.989	59.993	335.947
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.919 ± 0.066	2.731 ± 0.074	2.808 ± 0.071	1.775 ± 0.001
Número de amostras	10772	10873	10635	60868
Atraso médio entre PDU's (V)	5.569370 ± 0.087647	5.517575 ± 0.047361	5.641375 ± 0.150616	5.519326 ± 0.001353
Número de amostras	10771	10872	10634	60867
Int. geração PDU's (E)	5512	5512	5512	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	5.569416 ± 0.076882	5.517598 ± 0.002287	5.641306 ± 0.143407	5.519332 ± 0.000897
Número de amostras	10771	10872	10634	60867
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	989.691	998.985	977.079	998.673
Teórica (tx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	873.341	881.543	862.212	881.266
Teórica (tx_at)	882.438	882.438	882.438	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	989.699	998.990	977.067	998.673
Teórica (rx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	873.348	881.547	862.201	881.267
Teórica (rx_at)	882.438	882.438	882.438	882.438

Teste 2) monitor_pvc2 50 0 608 2756 60 wan200xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 0 wancbr2.log

	Execução 1 wan2001fd.log	Execução 2 wan2002fd.log	Execução 3 wan2003fd.log	Execução CBR wancbr2.log
Núm. PDU's geradas (N)	21715	21725	21715	42622
Número PDU's recebidas	21715	21725	21715	42622
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	105.622	105.670	105.622	207.313
Duração total transm. (A)	59.990	59.990	59.998	235.262
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.00005	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.808 ± 0.053	2.780 ± 0.053	2.771 ± 0.053	1.775 ± 0.001
Número de amostras	21715	21725	21715	42622
Atraso médio entre PDU's (V)	2.762596 ± 0.025215	2.761314 ± 0.025011	2.763010 ± 0.025059	5.529817 ± 0.00183
Número de amostras	21714	21724	21714	42621
Int. geração PDU's (E)	2756	2756	2756	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	2.762670 ± 0.001416	2.761388 ± 0.001198	2.763027 ± 0.001577	5.519822 ± 0.001157
Número de amostras	21714	21724	21714	42621
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	1995.171	1996.098	1994.913	999.583
Teórica (tx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	1760.616	1761.433	1760.388	881.188
Teórica (tx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	1995.224	1996.151	1994.926	998.584
Teórica (rx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	1760.663	1761.480	1764.877	881.189
Teórica (rx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	882.438

Teste 3) monitor_pvc2 50 0 608 1837 60 wan300xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 0 wancbr3.log

	Execução 1 wan3001fd.log	Execução 2 wan3002fd.log	Execução 3 wan3003fd.log	Execução CBR wancbr3.log
Núm. PDU's geradas (N)	32579	32288	32321	65963
Número PDU's recebidas	32579	32288	32321	65963
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	158.464	157.049	157.209	320.844
Duração total transm. (A)	59.993	59.993	59.993	364.175
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.997 ± 0.043	2.331 ± 0.020	2.618 ± 0.032	1.777 ± 0.001
Número de amostras	32579	32288	32321	65963
Atraso médio entre PDU's (V)	1.811413 ± 0.017362	1.858013 ± 0.010811	1.856112 ± 0.013935	5.520957 ± 0.001742
Número de amostras	32578	32287	32320	65962
Int. geração PDU's (E)	1837	1837	1837	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.841453 ± 0.000750	1.858016 ± 0.004162	1.856144 ± 0.003808	5.520945 ± 0.001161
Número de amostras	32578	32287	32320	65962
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	2993.288	2966.605	2969.598	998.380
Teórica (tx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	2641.392	2617.846	2620.487	881.009
Teórica (tx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2993.353	2966.610	2969.649	998.378
Teórica (rx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2641.450	2617.851	2620.532	881.007
Teórica (rx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	882.438

Teste 4) monitor_pvc2 50 0 608 1378 60 wan400xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 0 wancbr4.log

	Execução 1 wan4001fd.log	Execução 2 wan4002fd.log	Execução 3 wan4003fd.log	Execução CBR wancbr4.log
Núm. PDU's geradas (N)	43002	43123	43162	56603
Número PDU's recebidas	39761	39759	39745	56603
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	193.398	193.388	193.320	275.317
Duração total transm. (A)	60.749	60.741	60.742	312.611
Perda total (P)	7.53686%	7.80094%	7.91669%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	701.398 ± 1.251	702.090 ± 1.248	702.236 ± 1.253	1.777 ± 0.001
Número de amostras	39761	39759	38745	56603
Atraso médio entre PDU's (V)	1.543032 ± 0.011822	1.538860 ± 0.014138	1.555755 ± 0.014870	5.522932 ± 0.002579
Número de amostras	36519	36394	36327	56602
Int. geração PDU's (E)	1378	1378	1378	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.396473 ± 0.002464	1.392999 ± 0.001173	1.391639 ± 0.000897	5.522938 ± 0.002115
Número de amostras	36519	36394	36327	56602
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	3950.662	3962.158	3965.703	998.020
Teórica (tx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	3486.215	3496.360	3499.489	880.691
Teórica (tx_at)	3529.753	3529.753	3529.753	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	3609.800	3607.978	3606.681	998.021
Teórica (rx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	3185.426	3183.818	3182.674	880.692
Teórica (rx_at)	3529.753	885.535	885.535	882.438

Teste 5) monitor_pvc2 50 0 608 1102 60 wan500xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 5512 0 wancbr5.log

	Execução 1 wan5001fd.log	Execução 2 wan5002fd.log	Execução 3 wan5003fd.log	Execução CBR wancbr5.log
Núm. PDU's geradas (N)	53458	53426	53402	65489
Número PDU's recebidas	39762	39758	39755	65489
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	192.402	193.383	193.368	318.538
Duração total transm. (A)	60.744	60.744	60.752	361.533
Perda total (P)	25.62011%	25.58305%	25.55522%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	735.557 ±0.763	735.807 ±0.764	735.396 ±0.779	1.776 ± 0.001
Número de amostras	39762	39758	39755	65489
Atraso médio entre PDU's (V)	1.571634 ± 0.014613	1.579955 ± 0.015844	1.601824 ± 0.014481	5.520566 ± 0.001302
Número de amostras	28635	28718	28780	65488
Int. geração PDU's (E)	1102	1102	1102	5512
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.131705 ± 0.002986	1.134105 ± 0.002742	1.134129 ± 0.002916	5.520571 ± 0.000829
Número de amostras				
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	4911.669	4908.785	4905.934	998.448
Teórica (tx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4334.245	4331.700	4329.184	881.068
Teórica (tx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	882.438
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	3608.187	3607.763	3606.992	998.448
Teórica (rx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	1000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	3184.003	3183.628	3182.948	881.069
Teórica (rx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	882.438

TESTES DO IBM 8265 PARA PILOTO RNP2

Testes 2.2b

Placa OC-3 nativa	pág. 2
Resultados OC-3 detalhados	pág. 4
Placa WAN	pág. 14
Resultados WAN detalhados	pág. 17

Laboratório LAND NCE/UFRJ

Data: 26/04/2000

Coordenação: Paulo Aguiar

Equipe: Cláudia Naumann, João Carlos Peixoto

TESTE 2.2b – Teste de Stress do VP com Monitoramento de Descarte (31/03/00)

Objetivo: VC UBR na presença de um VC CBR de 2Mbps com tráfego a 100 % do PCR (2 Mbps), VC UBR estressando a capacidade do VP de acordo com os parâmetros definidos abaixo.

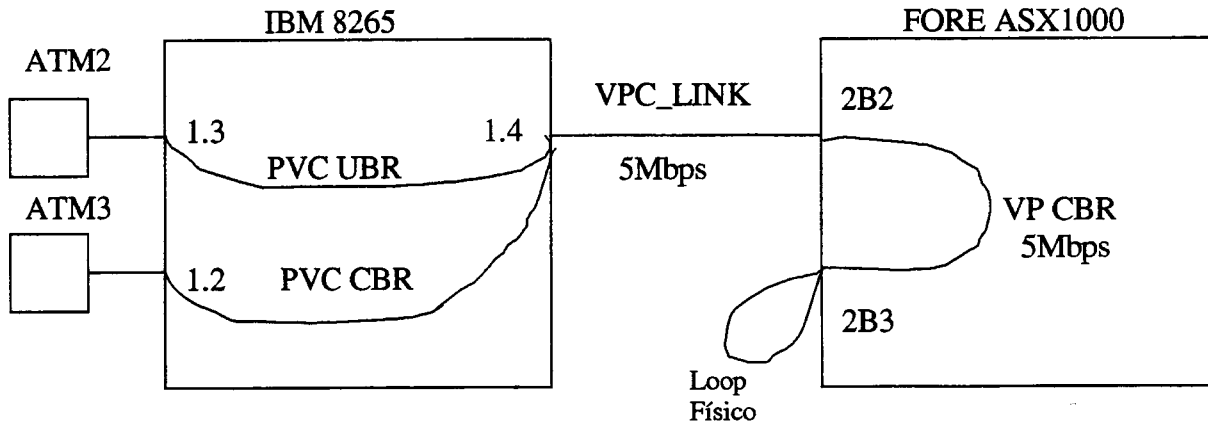
Utilizando placa OC-3 nativa

Topologia adotada: (ver figura abaixo) Para os testes de estresse do VP utilizamos 2 estações Solaris (ATM2 e ATM3 – alocadas exclusivamente para os testes), um switch IBM 8265 e um switch FORE ASX1000. Todos os equipamentos estão conectados através de fibra multimodo. Foi criado 1 PVC UBR entre as portas 1.3 e a porta 1.4 do switch IBM. Um PVC CBR também foi criado entre as portas 1.2 e 1.4 do switch IBM. Um VPC_link de 5 Mbps foi estabelecido entre as portas 1.4 do switch IBM e a porta 2B2 do switch FORE, e um VP CBR de 5 Mbps foi configurado entre as portas 2B2 e 2B3 do switch FORE.

Metodologia: Executar para cada par (E,PCR) abaixo, 3 sessões do programa monitor_pvc2 na estação ATM2 gerando tráfego UBR e uma sessão do mesmo programa na estação ATM3 gerando tráfego UBR. O que fizemos foi colocar um loop físico na porta 2B3 do switch IBM. Tamanho do pacote (L) = 608 bytes e duração do teste (D) = 60 segundos.

Parâmetros do monitor_pvc2 para o PVC CBR: L=608, E=2756, D=0.

Duração do teste (D) = 0 segundos (significa que vai gerar tráfego CBR por tempo indeterminado, até quer seja interrompido pelo usuário).



Monitor_pvc2		RESUMO DAS MEDIÇÕES PARA UBR			
E (μs)	PCR (kbps)	V (μs)	Perda (%)	T (atraso médio das PDU em ms)	RX_ME (taxa efetiva de recepção em kbps)
5512	1000	5515	0	2,03	999
2756	2000	2759	0	1,99	1997
1837	3000	1854	0,34	63,85	2971
1378	4000	1748	25,15	74,11	2971
1102	5000	1585	40,03	74,2	2974
1000	5510	1599	45,39	74,34	2975

O tráfego CBR apresentou 0% de perda, T = 1,5 ms, e taxa efetiva de 1.994 kbps.

Conclusões do teste 2.2b para placa OC-3 nativa

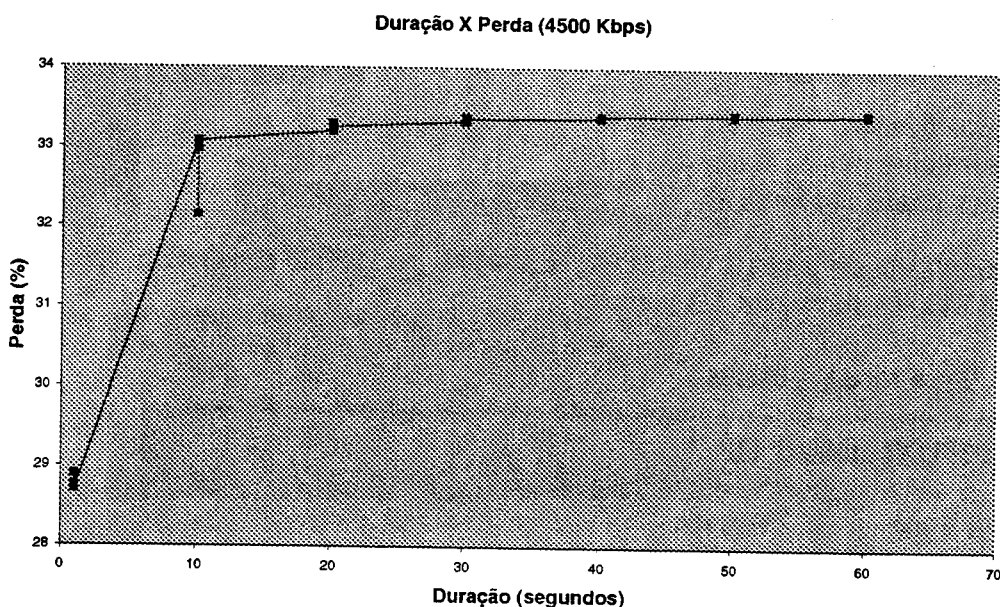
O tráfego UBR consegue excursionar até o valor próximo de 3 Mbps, que corresponde à sobra da banda do VP não consumida pelo tráfego CBR de 2 Mbps. Quando a taxa efetiva gerada é superior a 3 Mbps, perdas ocorrem e o atraso T elevado mostra que houve armazenamento devido ao shaping. Como a taxa efetiva de recepção total nunca ultrapassa 5 Mbps, podemos concluir que o shaping no VP está sendo realizado de modo correto, mesmo porque detectamos descarte ZERO no FORE.

O atraso mínimo T é da ordem de 1,99 ms. Este valor é quase 0,5 ms superior ao medido quando somente o tráfego UBR está presente no comutador (teste 2.1). Isto demonstra que o tráfego UBR sofre algum impacto do tráfego CBR, como era de se esperar. Como o tráfego CBR tem $T=1,5$ ms, podemos confirmar que para o tráfego CBR tudo se passa como se ele fosse o único tráfego no comutador, ou seja, o comutador dá prioridade máxima para o tráfego CBR. Este é o comportamento esperado. O atraso T do tráfego UBR na presença de tráfego CBR de 2 Mbps é ligeiramente menor que o medido na presença de CBR de 1 Mbps. A ser verificado se temos uma tendência, ou se são variações de medições.

A ocupação média de buffers do tráfego UBR no controle de shaping para a geração de 5510 kbps pode ser obtida por $(74,3 - 1,99) * 2975 / 424 = 507$ células. Este valor é bem próximo ao calculado no teste 2.1 com esta mesma placa. Este valor é também semelhante ao obtido no teste 2.2a na presença de tráfego CBR de 1 Mbps. Isso demonstra que a ocupação de buffers pelo tráfego UBR não é afetada pela presença de tráfego CBR.

Seria aqui também importante tentar medir a ocupação de buffers com valores maiores de geração de tráfego, como sugerido nas conclusões do teste 2.1. Esta verificação ficará pendente.

O gráfico Duração x Perda para a taxa de geração de tráfego UBR de 4500 kbps é mostrado abaixo. O valor assintótico teórico é dado por $(6500-5000)/4500 = 33,3\%$, confirmando as medidas apresentadas no gráfico. A ligeira diminuição da perda numa das execuções da duração de 10 segundos deve ser sido causada por uma diminuição momentânea da geração do tráfego CBR, devido a processamento na estação geradora deste tráfego.



Condições do teste 2.2b para placa OC-3

Comandos de configuração do switch IBM

```
8265ATM> set port 1.2 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off  
8265ATM> show port 1.2 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.02: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set port 1.3 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off  
8265ATM> show port 1.3 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.03: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1

ILMI status : UP
 ILMI vci : 0.16
 RB Bandwidth : 155000 kbps
 Police admin. : off
 Police oper. : on
 Signalling vci : 0.5
 RB Admin weight : 5040
 NRB Admin weight : 5040
 VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
 VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
 VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
 VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
 Connector : SC DUPLEX
 Media : multimode fiber
 Port speed : 155000 kbps
 Connection shaping : Off.
 Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
 Scrambling mode : frame and cell
 Clock mode : internal

8265ATM> set port 1.4 enable void connection_shaping:off police:off
 8265ATM> show port 1.4 verbose

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.04:VOID	enabled	no activity

No ILMI

Police admin. : off
 VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
 VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
 Connector : SC DUPLEX
 Media : multimode fiber
 Port speed : 155000 kbps
 Connection shaping : Off.
 Remote device is inactive

Frame format : SONET STS-3c
 Scrambling mode : frame and cell
 Clock mode : internal

8265ATM> set vpc_link 1.4 10 enable pnni bandwidth:5000 shaping:on tunnelled_ser
 vice_category:cbr_vbr_and_ubr
 8265ATM> show vpc_link all verbose

VPI	Type	Mode	Status
-----	------	------	--------

```
1.04 10:PNNI enable UP
ILMI status      : UP
ILMI vci         : 10.16
VPC Bandwidth    : 5000 kbps
RB Bandwidth     : unlimited
Police admin.    : off
Police oper.     : off
Signalling vci   : 10.5
Routing vci      : 10.18
Aggregation token : 0
RB Admin weight  : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPCI             : 10
Shaping          : On
Tunnelled Service Cat: CBR/VBR UBR
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
```

```
8265ATM> set pvc 1.2 200 this_hub_port:1.4 channel_point_to_point 0.80 10.80 reserved_bandwidth 2000 bwd=_fwd frame_discard1
```

```
8265ATM> set pvc 1.3 100 this_hub_port:1.4 channel_point_to_point 0.50 10.50 best_effort
```

```
8265ATM> show pvc all verbose
```

```
PVC:Port 1.02 (id=200,Primary,RB) PTP-PVC VP/VC=0/80
-> Party:(id=0) VP/VC=10/80 STATUS:Active
   47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.04.00(port 1.04)
Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 19:05:46 5 Apr 2000 (0 failures)
```

```
PVC:Port 1.03 (id=100,Primary,BE) PTP-PVC VP/VC=0/50
-> Party:(id=0) VP/VC=10/50 STATUS:Active
   47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.04.00(port 1.04)
Best Effort.
Frame discard : Yes.
Last Active Date : 19:04:41 5 Apr 2000 (0 failures)
```

```
PVC:Port 1.04 (id=10001,Secondary,BE) PTP-PVC VP/VC=10/50
-> Party:(id=0) VP/VC=0/50 STATUS:Active
   47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.03.00(port 1.03)
```

¹ Obs.: frame_discard é opção default para PVC UBR, mas não para PVC CBR.

Best Effort.

Frame discard : Yes.

Last Active Date : 19:04:41 5 Apr 2000 (0 failures)

PVC:Port 1.04 (id=10002,Secondary,RB) PTP-PVC VP/VC=10/80

-> Party:(id=0) VP/VC=0/80 STATUS:Active

47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.02.00(port 1.02)

Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s

Frame discard : Yes.

Last Active Date : 19:05:46 5 Apr 2000 (0 failures)

Comandos de configuração do switch FORE

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2B2 enable

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2B3 enable

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration upc> new 110 cbr 11792

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b3 10 2b2 10 -upc 110

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b2 10 2b3 10 -upc 110

Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> sh

Input Output

Port VPI Port VPI UPC Prot Name

2B2 10 2B3 10 110 pvc N/A

2B3 10 2B2 10 110 pvc N/A

Comandos de coleta de estatística no switch IBM

set device accounting enable => reseta os contadores de células por porta

show statistics 1.all => mostra quantidade de células por porta

a)**Resultados dos testes** (intervalo de confiança de 90 %)

Teste 1) monitor_pvc2 50 0 608 5512 60 fibra100xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 fibracbr1.log

	Execução 1 fibra1001fd.log	Execução 2 fibra1002fd.log	Execução 3 fibra1003fd.log	Execução CBR fibracbr1.log
Núm. PDU's geradas (N)	10878	10878	10881	398276
Número PDU's recebidas	10878	10878	10881	398276
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	52.911	52.911	52.925	1937.214
Duração total transm. (A)	60.003	60.003	60.004	1102.499
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.044 ± 0.007	2.012 ± 0.008	2.034 ± 0.007	1.515 ± 0.007
Número de amostras	10878	10878	10881	398276
Atraso médio entre PDU's (V)	5.516346 ± 0.003397	5.516362 ± 0.003179	5.514788 ± 0.002772	2.768181 ± 0.007470
Número de amostras	10877	10877	10880	398275
Int. geração PDU's (E)	5512	5512	5512	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	5.156314 ± 0.001978	5.516395 ± 0.001639	5.514822 ± 0.000707	2.768182 ± 0.007476
Número de amostras	10877	10877	10880	398275
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	999.218	999.203	999.488	1991.199
Teórica (tx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	881.748	881.735	881.987	1757.110
Teórica (tx_at)	885.535	885.535	885.535	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	999.212	999.209	999.494	1991.200
Teórica (rx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	881.743	881.741	881.992	1757.111
Teórica (rx_at)	885.535	885.535	885.535	1764.877

Teste 2) monitor_pvc2 50 0 608 2756 60 fibra200xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 80 fibracbr2.log

	Execução 1 fibra2001fd.log	Execução 2 fibra2002fd.log	Execução 3 fibra2003fd.log	Execução CBR fibracbr2.log
Núm. PDU's geradas (N)	21744	21743	21742	179658
Número PDU's recebidas	21744	21743	21742	179658
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	105.763	105.758	105.753	873.857
Duração total transm. (A)	60.003	60.005	60.005	495.863
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.055 ± 0.005	1.990 ± 0.005	1.935 ± 0.005	1.510 ± 0.000
Número de amostras	21744	21743	21742	179658
Atraso médio entre PDU's (V)	2.759513 ± 0.001603	2.759752 ± 0.001686	2.759901 ± 0.002066	2.760045 ± 0.000470
Número de amostras	21743	21742	21741	179657
Int. geração PDU's (E)	2756	2756	2756	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	2.759573 ± 0.000687	2.759766 ± 0.001052	2.759877 ± 0.001094	2.760047 ± 0.000351
Número de amostras	21743	21742	21741	179657
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	1997.410	1997.271	1997.191	1997.068
Teórica (tx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	1762.591	1762.468	1762.382	1762.289
Teórica (tx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	1997.454	1997.281	1997.173	1997.069
Teórica (rx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	1762.630	1762.477	1762.382	1762.290
Teórica (rx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	1764.877

Teste 3) monitor_pvc2 50 0 608 1837 60 fibra300xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 80 fibracbr3.log

	Execução 1 fibra3001fd.log	Execução 2 fibra3002fd.log	Execução 3 fibra3003fd.log	Execução CBR fibracbr3.log
Núm. PDU's geradas (N)	32496	32498	32498	190287
Número PDU's recebidas	32385	32383	32385	190287
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	157.521	157.511	157.521	925.556
Duração total transm. (A)	60.076	60.077	60.078	525.184
Perda total (P)	0.34158%	0.35387%	0.34771%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	63.608 ± 0.176	64.468 ± 0.168	63.485 ± 0.177	1.507 ± 0.001
Número de amostras	32385	32383	32385	190287
Atraso médio entre PDU's (V)	1.853884 ± 0.004767	1.854926 ± 0.0048311	1.854022 ± 0.004724	2.759961 ± 0.000358
Número de amostras	32273	32267	32271	190286
Int. geração PDU's (E)	1837	1837	1837	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.846431 ± 0.000718	1.846366 ± 0.000577	1.846368 ± 0.000506	2.759962 ± 0.000362
Número de amostras	32273	32267	32271	190286
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	2985.127	2985.250	2985.225	1997.129
Teórica (tx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	2634.190	2634.299	2634.277	1762.343
Teórica (tx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2971.318	2971.151	2971.280	1997.130
Teórica (rx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2622.005	2621.857	2621.972	1762.344
Teórica (rx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	1764.877

Teste 4) monitor_pvc2 50 0 608 1378 60 fibra400xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 80 fibracbr4.log

	Execução 1 fibra4001fd.log	Execução 2 fibra4002fd.log	Execução 3 fibra4003fd.log	Execução CBR fibracbr4.log
Núm. PDU's geradas (N)	43270	43267	43275	212155
Número PDU's recebidas	32383	32389	32384	212155
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	157.511	157.540	157.516	1031.922
Duração total transm. (A)	60.077	60.078	60.077	585.544
Perda total (P)	25.16062%	25.14156%	25.16696%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	74.115 ± 0.027	74.106 ± 0.027	74.116 ± 0.027	1.506 ± 0.000
Número de amostras	32383	32389	32384	212155
Atraso médio entre PDU's (V)	1.747325 ± 0.006515	1.751175 ± 0.0006507	1.745946 ± 0.006283	2.760034 ± 0.000436
Número de amostras	21495	21510	21492	212154
Int. geração PDU's (E)	1378	1378	1378	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.386830 ± 0.000463	1.387994 ± 0.001166	1.388150 ± 0.001072	2.760033 ± 0.000336
Número de amostras	21495	21510	21492	212154
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	3974.820	3974.512	3975.246	1997.078
Teórica (tx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	3507.534	3507.262	3507.909	1762.298
Teórica (tx_at)	3529.753	3529.753	3529.753	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2971.172	2971.669	2971.264	1997.077
Teórica (rx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2621.876	2622.315	2621.957	1762.297
Teórica (rx_at)	3529.753	3529.753	3529.753	1764.877

Teste 5) monitor_pvc2 50 0 608 1102 60 fibra500xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 80 fibracbr5.log

	Execução 1 fibra5001fd.log	Execução 2 fibra5002fd.log	Execução 3 fibra5003fd.log	Execução CBR fibracbr5.log
Núm. PDU's geradas (N)	54058	54075	54074	135276
Número PDU's recebidas	32388	32458	32429	135276
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	157.535	157.876	157.735	657.982
Duração total transm. (A)	60.078	60.078	60.076	374.454
Perda total (P)	40.08657%	39.97596%	40.02848%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	74.284 ± 0.022	74.116 ± 0.025	74.216 ± 0.019	1.510 ± 0.001
Número de amostras	32388	32458	32429	135276
Atraso médio entre PDU's (V)	1.570475 ± 0.008845	1.575181 ± 0.008448	1.609676 ± 0.011559	2.768078 ± 0.006342
Número de amostras	10787	10906	10859	135275
Int. geração PDU's (E)	1102	1102	1102	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.110084 ± 0.002164	1.108533 ± 0.000873	1.109303 ± 0.001265	2.768077 ± 0.006326
Número de amostras	10787	10906	10859	135275
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	4965.765	4967.324	4967.230	1991.274
Teórica (tx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4381.982	4383.357	4383.274	1757.177
Teórica (tx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2971.563	2977.986	2975.350	1991.273
Teórica (rx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2622.221	2627.889	2625.563	1757.176
Teórica (rx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	1764.877

Teste 6) monitor_pvc2 50 0 608 1000 60 fibra551xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 80 fibracbr55.log

	Execução 1 fibra5511fd.log	Execução 2 fibra5512fd.log	Execução 3 fibra5513fd.log	Execução CBR fibracbr55.log
Núm. PDU's geradas (N)	59437	59429	59340	154862
Número PDU's recebidas	32414	32444	32446	154862
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	157.662	157.808	157.817	753.249
Duração total transm. (A)	60.077	60.078	60.077	428.524
Perda total (P)	45.46495%	45.40712%	45.32187%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	74.395 ± 0.021	74.336 ± 0.021	74.290 ± 0.028	1.515 ± 0.001
Número de amostras	32414	32444	32446	154862
Atraso médio entre PDU's (V)	1.591682 ± 0.008930	1.622460 ± 0.008755	1.583129 ± 0.011584	2.767138 ± 0.000984
Número de amostras	10517	10587	10683	154861
Int. geração PDU's (E)	1000	1000	1000	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.012901 ± 0.002776	1.012656 ± 0.002239	1.020818 ± 0.010506	2.767141 ± 0.000847
Número de amostras	10517	10587	10683	154861
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	5459.909	5459.153	5451.019	1991.948
Teórica (tx_mt)	5512.0	5512.0	5512.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4818.033	4817.366	4810.188	1757.771
Teórica (tx_at)	4864.0	4864.0	4864.0	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2974.017	2976.659	2976.898	1991.950
Teórica (rx_mt)	5512.0	5512.0	5512.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2624.387	2626.718	2626.928	1757.773
Teórica (rx_at)	4864.0	4864.0	4864.0	1764.877

TESTE 2.2b – Teste de Stress do VP com Monitoramento de Descarte (31/03/00)

Objetivo: VC UBR na presença de um VC CBR de 2Mbps com tráfego a 100 % do PCR (2 Mbps), VC UBR estressando a capacidade do VP de acordo com os parâmetros definidos abaixo.

Utilizando placa WAN

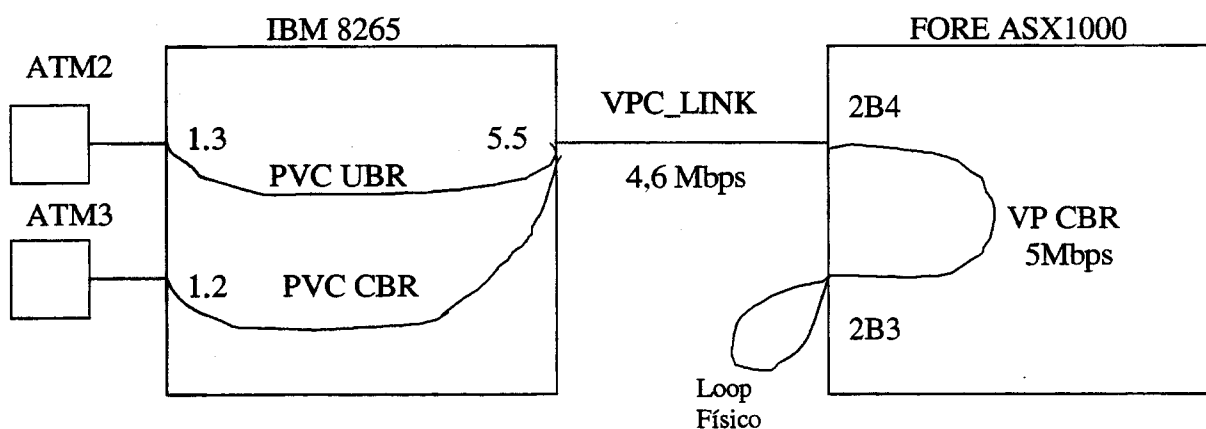
Topologia adotada: (ver figura abaixo) Para os testes de estresse do VP utilizamos 2 estações Solaris (ATM2 e ATM3 – alocadas exclusivamente para os testes), um switch IBM 8265 e um switch FORE ASX1000. Foi criado 1 PVC UBR entre as portas 1.3 e a porta 5.5 (monomodo) do switch IBM. Um PVC CBR também foi criado entre as portas 1.2 e 5.5 do switch IBM. Um VPC_link de 5 Mbps com shaping de 4,6 Mbps foi estabelecido entre as portas 5.5 do switch IBM e a porta 2B4 (monomodo) do switch FORE, e um VP CBR de 5 Mbps foi configurado entre as portas 2B4 e 2B3 do switch FORE.

Foi verificado que a placa WAN trabalha com valores discretos de shaping para VP, com granularidade em torno de 512 Kbps. A tentativa de estabelecer um shaping de 5 Mbps no VP criado com 5 MBps efetivamente provoca o estabelecimento do shaping de 4.608 kbps.

Metodologia: Executar para cada par (E,PCR) abaixo, 3 sessões do programa monitor_pvc2 na estação ATM2 gerando tráfego UBR e 1 sessão do mesmo programa na estação ATM3 gerando tráfego CBR. O que fizemos foi colocar um loop físico na porta 2B3 do switch IBM. Tamanho do pacote (L) = 608 bytes e duração do teste (D) = 60 segundos.

Parâmetros do monitor_pvc2 para o PVC CBR: L=608, E=2756, D=0.

Duração do teste (D): 0 segundos (significa que vai gerar tráfego CBR por tempo indeterminado, até que seja interrompido pelo usuário).



Monitor_pvc2		RESUMO DAS MEDIÇÕES PARA UBR			
E (μs)	PCR (kbps)	V (μs)	Perda (%)	T (atraso médio das PDU em ms)	RX_ME (taxa efetiva de recepção em kbps)
5512	1000	5522	0	2,39	998
2756	2000	2762	0	2,41	1994

2068	2650	2112	0	520	2608
2035	2700	2112	1,59	772	2608
1837	3000	2118	11,02	968,96	2614
1378	4000	2126	33,08	1013,43	2613
1102	5000	2165	46,73	1026,76	2599
1000	5510	2135	51,36	1022,43	2614

O tráfego CBR apresentou 0% de perda, $T = 1,78$ ms, e taxa efetiva de 1.992 kbps.

Conclusões do teste 2.2b para placa WAN

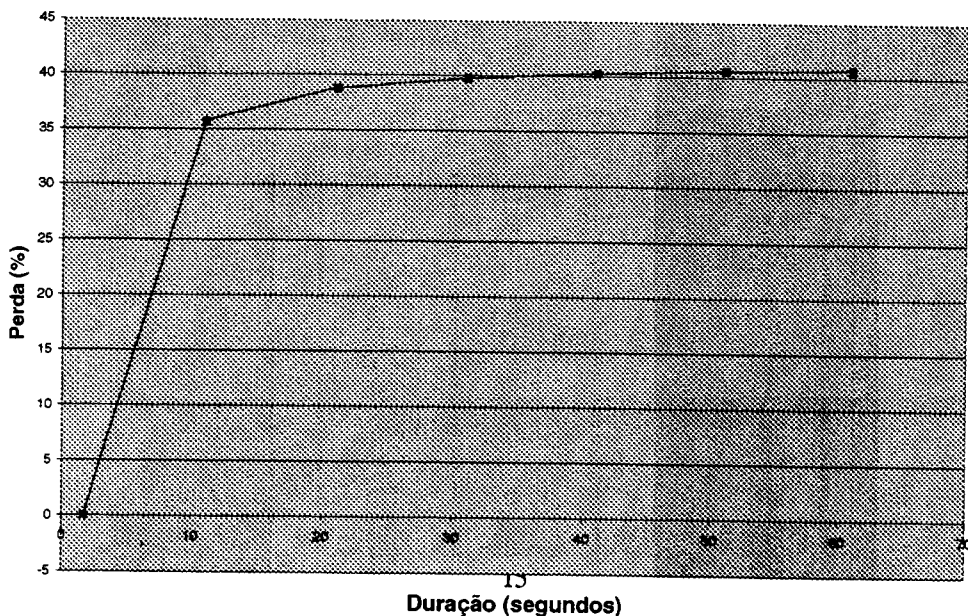
O tráfego UBR consegue excursionar até o valor de 3,6 Mbps, que corresponde à sobra da banda do VP não consumida pelo tráfego CBR de 1 Mbps. Quando a taxa efetiva gerada é superior a 3,6 Mbps, perdas ocorrem e o atraso T elevado mostra que houve armazenamento devido ao shaping. Como a taxa efetiva de recepção total nunca ultrapassa 4,6 Mbps, podemos concluir que o shaping na porta está sendo realizado de modo correto, mesmo porque detectamos descarte ZERO no FORE.

O atraso mínimo T é da ordem de 2,39 ms, pouco superior aos 1,99 ms medidos para a placa OC-3. Este valor é quase 0,9 ms superior ao medido quando somente o tráfego UBR está presente no comutador (teste 2.1). Isto demonstra que o tráfego UBR sofre impacto do tráfego CBR, como era de se esperar. Como o tráfego CBR tem $T=1,78$ ms, podemos confirmar que para o tráfego CBR tudo se passa como se ele fosse o único tráfego no comutador, ou seja, o comutador dá prioridade máxima para o tráfego CBR. Este é o comportamento esperado.

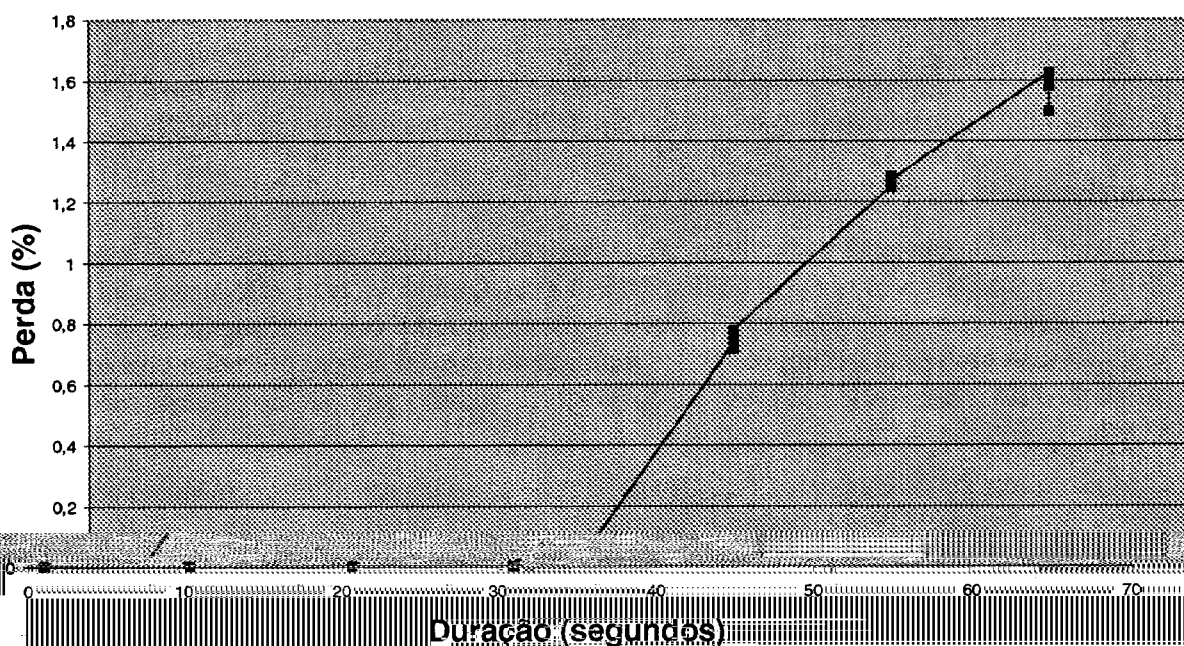
A ocupação média de buffers do tráfego UBR no controle de shaping para a geração de 5510 kbps pode ser obtida por $(1022,43 - 2,39) \cdot 2614 / 424 = 6288$ células. Este valor é bem próximo ao calculado no teste 2.1 com esta mesma placa. Convém observar que a ocupação média de buffers pelo tráfego UBR é a mesma estando o tráfego CBR em 1 Mbps (teste 2.2a) ou em 2 Mbps, mostrado nesta seção.

O gráfico Duração x Perda para a taxa de geração de tráfego UBR de 4500 kbps é mostrado abaixo. O comportamento das perdas é o esperado. O comportamento assintótico teórico de $(6500 - 4608) / 4500 = 42\%$, confere com o obtido experimentalmente.

Duração X Perda (4500 kbps)



Duração X Perda (2700 Kbps)



Para verificar a influência mais gradativa da duração na ocorrência de perda, geramos os gráficos de Duração x Perda para taxas UBR de 2.700 kbps, com mostrado acima.

Na geração mostrada acima, o tráfego UBR é apenas marginalmente superior à taxa máxima possível, já que existe o tráfego CBR da ordem de 2 Mbps e o shaping na porta limita o tráfego de saída em 4.608 kpbs. Com o aumento da duração do surto de tráfego, os buffers vão sendo consumidos até o ponto em que as perdas se iniciam. Evidentemente, surtos de tráfego de pequena duração não provocariam perdas, devido ao grande número de buffers disponíveis na saída da porta WAN.

Condições do teste

Comandos de configuração do switch IBM

```
8265ATM> set port 1.2 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.2 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.02: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16
RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set port 1.3 enable uni bandwidth_rb:155000 connection_shaping:off police:off
8265ATM> show port 1.3 verbose
```

Type	Mode	Status
------	------	--------

1.03: UNI enabled UP

UNI Type : Private
Signalling Version : Auto
> Oper Sig. Version : 3.1
ILMI status : UP
ILMI vci : 0.16

RB Bandwidth : 155000 kbps
Police admin. : off
Police oper. : on
Signalling vci : 0.5
RB Admin weight : 5040
NRB Admin weight : 5040
VPI range admin. : 0-15 (4 bits)
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)
VPI range oper. : 0-0 (0 bits)
VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

8265ATM> set vpc_link 5.5 10 enable pnni bandwidth:5000 shaping:on tunnelled_ser
vice_category:cbr_vbr_and_ubr
8265ATM> show vpc_link all verbose

VPI	Type	Mode	Status
5.05	10:PNNI	enable	UP
ILMI status : UP			
ILMI vci : 10.16			
VPC Bandwidth : 5000 kbps			
RB Bandwidth : unlimited			
Police admin. : off			
Police oper. : off			
Signalling vci : 10.5			
Routing vci : 10.18			
Aggregation token : 0			
RB Admin weight : 5040			
NRB Admin weight : 5040			
VPCI : 10			
Shaping : On			
Tunnelled Service Cat: CBR/VBR UBR			
VCI range admin. : 0-1023 (10 bits)			
Connector : SC DUPLEX			
Media : multimode fiber			
Port speed : 155000 kbps			
Connection shaping : Off.			
Remote device is active			

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

VCI range oper. : 0-1024 (10 bits)
Connector : SC DUPLEX
Media : multimode fiber
Port speed : 155000 kbps
Connection shaping : Off.
Remote device is active

Frame format : SONET STS-3c
Scrambling mode : frame and cell
Clock mode : internal

```
8265ATM> set pvc 1.2 200 this_hub_port:5.5 channel_point_to_point 0.80 10.80 reserved_bandwidth 2000 bwd=_fwd frame_discard2
```

```
8265ATM> set pvc 1.3 100 this_hub_port:5.5 channel_point_to_point 0.50 10.50 best_effort
```

```
8265ATM> show pvc all verbose
```

```
-----  
PVC:Port 1.02 (id=200,Primary,RB) PTP-PVC VP/VC=0/80  
Party:(id=0) VP/VC=10/80 STATUS:Active  
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.05.05.00(port 5.05)  
Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s  
Frame discard : Yes.  
Last Active Date : 17:20:38 5 Apr 2000 (0 failures)
```

```
-----  
PVC:Port 1.03 (id=100,Primary,BE) PTP-PVC VP/VC=0/50  
-> Party:(id=0) VP/VC=10/50 STATUS:Active  
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.05.05.00(port 5.05)  
Best Effort.  
Frame discard : Yes.  
Last Active Date : 17:19:33 5 Apr 2000 (0 failures)
```

```
-----  
PVC:Port 5.05 (id=10001,Secondary,BE) PTP-PVC VP/VC=10/50  
-> Party:(id=0) VP/VC=0/50 STATUS:Active  
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.03.00(port 1.03)  
Best Effort.  
Frame discard : Yes.  
Last Active Date : 17:19:32 5 Apr 2000 (0 failures)
```

Obs.: frame_discard é opção default para PVC UBR, mas não para PVC CBR.²

PVC:Port 5.05 (id=10002,Secondary,RB) PTP-PVC VP/VC=10/80
-> Party:(id=0) VP/VC=0/80 STATUS:Active
47.00.05.80.FF.E1.00.00.00.F2.1C.57.01.42.00.00.00.01.02.00(port 1.02)
Reserved Bandwidth : fwd=2000, bwd=2000 kbit/s
Frame Discard : Yes.
Last Active Date : 17:20:38 5 Apr 2000 (0 failures)

Comandos de configuração do switch FORE

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2b4 enable  
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration port> policing 2b3 enable
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration upc> new 110 cbr 11792
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b3 10 2b4 10 -upc 110
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> new 2b4 10 2b3 10 -upc 110
```

```
Almadem_UFRJ_fabric2::configuration vpc> sh
```

Input	Output
Port VPI	Port VPI UPC Prot Name
2B4 10	2B3 10 110 pvc N/A
2B3 10	2B4 10 110 pvc N/A

Comandos de coleta de estatística no switch IBM

set device accounting enable => reseta os contadores de células por porta

show statistics 1.all => mostra quantidade de células por porta

b) Resultados dos testes (com intervalo de confiança de 90%)

Teste 1) monitor_pvc2 50 0 608 5512 wan100xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 wancbr1.log

	Execução 1 wan1001fd.log	Execução 2 wan1002fd.log	Execução 3 wan1003fd.log	Execução CBR wancbr1.log
Núm. PDU's geradas (N)	10878	10878	10842	839
Número PDU's recebidas	10878	10878	10842	839
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	52.911	52.911	52.735	4.081
Duração total transm. (A)	60.001	60.003	60.000	2.317
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.432 ± 0.007	2.409 ± 0.008	2.335 ± 0.007	1.777 ± 0.004
Número de amostras	10878	10878	10842	839
Atraso médio entre PDU's (V)	5.516036 ± 0.004262	5.516206 ± 0.004380	5.534223 ± 0.013926	2.761912 ± 0.006248
Número de amostras	10877	10877	10841	838
Int. geração PDU's (E)	5512	5512	5512	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	5.516086 ± 0.002106	5.516317 ± 0.001500	5.534357 ± 0.013462	2.762416 ± 0.003699
Número de amostras	10877	10877	10841	838
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	999.259	999.217	995.960	1995.354
Teórica (tx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	881.793	881.748	878.874	1760.776
Teórica (tx_at)	882.438	882.438	882.438	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	999.268	999.238	995.984	1995.719
Teórica (rx_mt)	1000.0	1000.0	1000.0	2000.0

Teste 2) monitor_pvc2 50 0 608 2756 60 wan200xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 wancbr2.log

	Execução 1 wan2001fd.log	Execução 2 wan2002fd.log	Execução 3 wan2003fd.log	Execução CBR wancbr2.log
Núm. PDU's geradas (N)	21717	21712	21723	96443
Número PDU's recebidas	21717	21712	21723	96443
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	105.631	105.607	105.661	469.099
Duração total transm. (A)	60.005	60.005	60.005	267.118
Perda total (P)	0.0000%	0.0000%	0.0000%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	2.445 ± 0.011	2.478 ± 0.004	2.314 ± 0.004	1.780 ± 0.001
Número de amostras	21717	21712	21723	96443
Atraso médio entre PDU's (V)	2.763012 ± 0.004747	2.763651 ± 0.001734	2.762249 ± 0.001780	2.769709 ± 0.001315
Número de amostras	21716	21711	21722	96442
Int. geração PDU's (E)	2756	2756	2756	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	2.763062 ± 0.001405	2.763671 ± 0.001099	2.762289 ± 0.001128	2.769708 ± 0.001070
Número de amostras	21716	21711	21722	96442
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	1994.888	1994.448	1995.447	1990.102
Teórica (tx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	1760.366	1759.978	1760.859	1756.142
Teórica (tx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	1994.925	1994.463	1995.475	1990.101
Teórica (rx_mt)	2000.0	2000.0	2000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	1760.398	1759.990	1760.884	1756.141
Teórica (rx_at)	1764.877	1764.877	1764.877	1764.877

Teste 3) monitor_pvc2 50 0 608 1837 60 wan300xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 wancbr3.log

	Execução 1 wan3001fd.log	Execução 2 wan3002fd.log	Execução 3 wan3003fd.log	Execução CBR wancbr3.log
Núm. PDU's geradas (N)	32534	32533	32539	186855
Número PDU's recebidas	28901	29001	28939	186855
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	140.574	141.061	140.759	908.863
Duração total transm. (A)	61.044	61.005	61.046	516.974
Perda total (P)	11.16678%	10.85667%	11.06365%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	971.116 ± 2.007	966.990 ± 1.996	968.783 ± 2.014	1.783 ± 0.001
Número de amostras	28901	29001	28939	186855
Atraso médio entre PDU's (V)	2.129392 ± 0.005151	2.107465 ± 0.005325	2.117262 ± 0.005229	2.766718 ± 0.000920
Número de amostras	25267	25468	25338	186854
Int. geração PDU's (E)	1837	1837	1837	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.844503 ± 0.000864	1.844459 ± 0.000966	1.84417 ± 0.000708	2.766720 ± 0.000820
Número de amostras	25267	25468	25338	186854
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	2988.571	2988.470	2989.022	1992.251
Teórica (tx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	3000.544
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	2637.230	2637.141	2637.627	1758.039
Teórica (tx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2609.688	2620.363	2612.961	1992.252
Teórica (rx_mt)	3000.544	3000.544	3000.544	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2302.889	2312.309	2305.777	1758.040
Teórica (rx_at)	2647.795	2647.795	2647.795	1764.877

Teste 4) monitor_pvc2 50 0 608 1378 60 wan400xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 wancbr4.log

	Execução 1 wan4001fd.log	Execução 2 wan4002fd.log	Execução 3 wan4003fd.log	Execução CBR wancbr4.log
Núm. PDU's geradas (N)	43240	43263	43258	177078
Número PDU's recebidas	28944	28977	28904	177078
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	140.784	140.944	140.589	861.307
Duração total transm. (A)	61.037	61.041	61.045	491.045
Perda total (P)	33.06198%	33.02129%	33.18230%	0.00000%
Atraso médio por PDU (T)	1013.320 ± 1.275	1012.159 ± 1.280	1015.002 ± 1.270	1.784 ± 0.001
Número de amostras	28944	28977	28904	177078
Atraso médio entre PDU's (V)	2.125851 ± 0.006887	2.111903 ± 0.007001	2.142036 ± 0.006793	2.773048 ± 0.001134
Número de amostras	14649	14691	14549	177077
Int. geração PDU's (E)	1378	1378	1378	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.393284 ± 0.002145	1.390942 ± 0.000995	1.391394 ± 0.000986	2.773048 ± 0.000959
Número de amostras	14649	14691	14549	177077
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	3972.061	3974.130	3973.724	1987.704
Teórica (tx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	3505.099	3506.925	3506.567	1754.027
Teórica (tx_at)	3529.753	3529.753	3529.753	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2613.827	2616.656	2609.921	1987.705
Teórica (rx_mt)	4000.0	4000.0	4000.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2306.541	2309.037	2303.094	1754.027
Teórica (rx_at)	3529.753	885.535	885.535	1764.877

Teste 5) monitor_pvc2 50 0 608 1102 60 wan500xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 wancbr5.log

	Execução 1 wan5001fd.log	Execução 2 wan5002fd.log	Execução 3 wan5003fd.log	Execução CBR wancbr5.log
Núm. PDU's geradas (N)	54952	54061	54065	211425
Número PDU's recebidas	28935	28918	29008	211425
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	140.740	140.657	141.095	1028.371
Duração total transm. (A)	62.085	61.044	61.044	584.450
Perda total (P)	47.34496%	46.50857%	46.34606%	0.00000%
Atraso médio por PDU (T)	1039.611 ± 1.076	1021.905 ± 1.080	1018.778 ± 1.073	1.780 ± 0.001
Número de amostras	28935	28918	29008	211425
Atraso médio entre PDU's (V)	2.159662 ± 0.010059	2.164521 ± 0.009295	2.171829 ± 0.008799	2.764342 ± 0.000720
Número de amostras	7378	7411	7558	211424
Int. geração PDU's (E)	1102	1102	1102	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.121504 ± 0.002462	1.117803 ± 0.002924	1.116637 ± 0.001883	2.764343 ± 0.000596
Número de amostras	7378	7411	7558	211424
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	4961.766	4966.063	4966.469	1993.964
Teórica (tx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4378.453	4382.244	4382.603	1759.550
Teórica (tx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2568.914	2611.159	2619.301	1993.965
Teórica (rx_mt)	5001.815	5001.815	5001.815	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2266.908	2304.187	2311.372	1759.551
Teórica (rx_at)	4413.793	4413.793	4413.793	1764.877

Teste 6) monitor_pvc2 50 0 608 1000 60 wan551xfd.log
monitor_pvc2 80 5000 608 2756 0 wancbr55.log

	Execução 1 wan5511fd.log	Execução 2 wan5512fd.log	Execução 3 wan5513fd.log	Execução CBR wancbr55.log
Núm. PDU's geradas (N)	59525	59533	59519	200504
Número PDU's recebidas	28901	28935	29015	200504
Erros de escrita	0	0	0	0
Tam. PDU utilizado (L)	608	608	608	608
Céls. Transm. p/ PDU (C)	13	13	13	13
Volume total recebido	140.574	140.740	141.129	975.251
Duração total transm. (A)	61.036	61.046	61.046	554.563
Perda total (P)	51.44729%	51.39670%	51.25086%	0.0000%
Atraso médio por PDU (T)	1024.154 ± 1.032	1023.104 ± 1.031	1019.996 ± 1.033	1.783 ± 0.001
Número de amostras	28901	28935	29015	200504
Atraso médio entre PDU's (V)	2.119924 ± 0.010242	2.137833 ± 0.010084	2.149797 ± 0.009938	2.765850 ± 0.001020
Número de amostras	6375	6385	6542	200503
Int. geração PDU's (E)	1000	1000	1000	2756
Intervalo efetivo entre gerações(E)	1.017150 ± 0.002610	1.017335 ± 0.003744	1.017019 ± 0.002079	2.765849 ± 0.000914
Número de amostras	6375	6385	6542	200503
Taxas de Transmissão:				
Nível ATM:				
Efetiva (tx_me)	5468.0129	5468.702	5467.432	1992.878
Teórica (tx_mt)	5512.0	5512.0	5512.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (tx_ae)	4825.189	4825.792	4824.672	1758.592
Teórica (tx_at)	4864.0	4864.0	4864.0	1764.877
Taxas de Recepção:				
Nível ATM:				
Efetiva (rx_me)	2609.998	2612.660	2619.880	1992.878
Teórica (rx_mt)	5512.0	5512.0	5512.0	2000.0
Nível de Aplicação:				
Efetiva (rx_ae)	2303.162	2305.512	2311.882	1758.592
Teórica (rx_at)	4864.0	4864.0	4864.0	1764.877